

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему: Повышение пожарной безопасности при строительстве высотных зданий

Студент:

С. Д. Красненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель:

к.т.н., И.И. Рашоян

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант:

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, перечня терминов и определений, перечня обозначений и сокращений, шести частей, заключения, списка используемых источников, двух приложений. Пояснительная записка выпускной квалификационной работы содержит 67 страниц, 10 таблиц, 8 рисунков, 24 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: пожарная безопасность; средства пожаротушения; пожарный автомобиль; автоцистерна; многоэтажное здание.

Объект исследования – многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин», г. Владивосток, ул. Арсеньева, 2.

Цель работы – разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности при строительстве высотных зданий.

В первом разделе работы проанализирована нормативно-правовая база в области обеспечения пожарной безопасности. Во втором разделе работы изучается система обеспечения пожарной безопасности при строительстве высотных зданий. В третьем разделе проводится исследование по совершенствованию системы пожарной безопасности при строительстве высотных зданий, производится разработка мероприятий. В четвертом разделе даются рекомендации по охране труда. Пятый раздел посвящен охране окружающей среды и экологической безопасности. В шестом разделе проводится оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений	7
1 Анализ нормативной правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности.....	8
1.1 Нормативно-правовые акты в области пожарной безопасности	8
1.2 Обеспечение пожарной безопасности в высотных зданиях.....	13
2 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности при строительстве высотных зданий	15
2.1 Основы противопожарной защиты высотных зданий	15
2.2 Организация технических систем пожарной защиты в высотных зданиях	21
3 Разработка рекомендаций по совершенствованию системы пожарной безопасности при строительстве высотных зданий	24
3.1 Характеристика объекта исследования	24
3.2 Мероприятия по совершенствованию системы пожарной сигнализации в высотном здании	34
4 Охрана труда.....	39
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	49
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	56
Заключение	62
Список используемых источников.....	64
Приложение А. Оперативно-тактическая характеристика многофункционального комплекса	68
Приложение Б. Сводная смета затрат	69

Введение

Пожароопасность сегодня возрастает, так как в промышленности, строительстве и в быту применяется множество легко воспламеняемых веществ и материалов. Используется в огромных количествах нефть и нефтепродукты, природный газ. В производстве сохраняются и внедряются сложные и энергоемкие технологии, обладающие высокой потенциальной пожароопасностью. Все это требует повышенного внимания к противопожарной защите, осторожности, высокой технологической дисциплины. Многие предприятия, здания, сооружения, иные объекты имеют свои специфические требования по обеспечению пожарной безопасности.

Указанные факторы учитываются при разработке и осуществлении мероприятий по снижению пожароопасности и взрывоопасности объектов.

Современное состояние организации и обеспечения пожарной безопасности при строительстве и монтаже объектов жилого строительства не является удовлетворительным ввиду многих причин:

- нарушений установленных законом требований;
- отклонений от проектных решений в процессе строительства;
- высокого износа оборудования;
- недостаточного уровня внедрения современных и более совершенных технологий.

Именно поэтому неотъемлемой частью политики развития предприятий, осуществляющих строительство и монтаж объектов жилого строительства, должно являться обеспечение пожарной безопасности, поскольку любое фактическое отклонение от установленных законом правил и норм может спровоцировать возникновение аварийной или чрезвычайной ситуации, последствия которых зачастую необратимы.

Пожары в многоэтажных жилых домах являются крайне специфическими и сложными с точки зрения технологии тушения, особенно

ввиду того, что в таких зданиях сильно затруднена эвакуация людей при отсутствии или неисправности систем противопожарной защиты.

Цель работы – разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности при строительстве высотных зданий.

Задачи работы:

- охарактеризовать объект исследования;
- проанализировать нормативной правовую базу в области обеспечения пожарной безопасности;
- проанализировать систему обеспечения пожарной безопасности при строительстве высотных зданий;
- разработать мероприятия по совершенствованию системы пожарной безопасности при строительстве высотных зданий;
- проанализировать организацию охраны труда;
- проанализировать мероприятия по охране окружающей среды и экологической безопасности;
- произвести оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объект исследования – многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин», г.Владивосток, ул. Арсеньева, 2.

Предмет исследования – обеспечение пожарной безопасности при строительстве высотных зданий.

Структурно работа состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников, приложений.

Термины и определения

В данной выпускной квалификационной работе применены следующие термины с определениями:

- пожарная безопасность объекта защиты – это состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара [9];
- высотное здание – здание высотой более 28 м [12];
- пожаротушение – процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара;
- система пожарной сигнализации – совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста;
- система водоснабжения – комплекс взаимосвязанных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества;
- система предотвращения пожара – комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты [10];
- устойчивость объекта защиты при пожаре – свойство объекта защиты сохранять конструктивную целостность и (или) функциональное назначение при воздействии опасных факторов пожара и вторичных проявлений опасных факторов пожара [10];
- степень огнестойкости – способность здания, а также материалов из которых состоят отдельные элементы конструкций, противостоять пожару, не разрушаясь, не деформируясь, в случае его возникновения и распространения [14].

Перечень сокращений и обозначений

- ВЗ – высотные здания;
- МЖК – многофункциональный жилой комплекс;
- АКП – автомобиль колесчатый подъемник;
- АЛ – автолестница;
- АНР – автомобиль насосно-рукавный;
- АПС – автоматическая пожарная сигнализация;
- АЦ – автоцистерна пожарная;
- ВМП – воздушно-механическая пена;
- ГДЗС – газодымозащитная служба;
- ГСМ – горюче-смазочный материал;
- ЗПЭ – здание повышенной этажности;
- ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;
- МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- ПДВ – предельно допустимый выброс;
- НПБ – нормы пожарной безопасности;
- НТ – начальник тыла;
- ОС – огнетушащее средство (состав)
- ЕДДС – Единая дежурная диспетчерская служба;
- ОФП – опасный фактор пожара;
- ППБ – правила пожарной безопасности;
- РТП – руководитель тушения пожара;
- РФ – Российская Федерация;
- СИЗОД – средство индивидуальной защиты органов дыхания;
- СПТ – служба пожаротушения;
- ЧС – чрезвычайная ситуация.

1 Анализ нормативной правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности

1.1 Нормативно-правовые акты в области обеспечения пожарной безопасности

Обеспечение пожарной безопасности на объектах, в том числе, при строительстве зданий, основано на положениях нескольких основных документов – Конституции РФ, Федеральном законе №ФЗ-69 [11], Федеральном законе №ФЗ-123 [21] и иных нормативно-правовых актах.

Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ [11] регулирует отношения в области пожарной безопасности между органами государственной власти, общественными объединениями, органами местного самоуправления, организациями и гражданами. Законом установлены правовые, экономические, социальные основы обеспечения пожарной безопасности в РФ. Термин «пожарная безопасность», согласно данному нормативному акту, определен как состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [11].

Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» принят для защиты здоровья, жизни, имущества юридических и физических лиц, имущества государства и муниципального имущества от пожаров. Закон устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты, в том числе гражданским зданиям [21].

Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479 утверждены правила противопожарного режима в РФ, которые определяют не только порядок поведения людей, но также порядок организации производства, содержания зданий, сооружений, территорий объектов защиты [9]. Согласно требованиям данных правил, при проведении строительных работ, руководителем утверждается инструкция о мерах пожарной

безопасности, которая должна быть разработана в каждом конкретном случае с учетом специфики взрывопожароопасных и пожароопасных помещений. Также правилами определено, что к работе на объектах защиты могут быть допущены только те лица, которые были обучены мерам пожарной безопасности в установленном законом порядке [9].

В 2020 году, с целью реализации «регуляторной гильотины» были отменен ряд нормативных правовых актов в области пожарной безопасности, взамен них были утверждены новые документы, часть из которых вступила в силу в 2021 году или вступит в 2022 году [13].

Основные противопожарные требования остались без особых изменений, некоторые частично отменены, другие адаптированы под действующее законодательство РФ. Изменения коснулись следующих нормативно правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности:

- Постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска»;
- Постановление Правительства РФ от 31 августа 2020 г. № 1325 «Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска»;
- Приказ МЧС России от 08 июля 2020 г. № 503 «Об утверждении форм документов, используемых Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий при лицензировании деятельности по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, и деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений»;

- Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

«Приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности» определяет основные виды обучения работников организаций мерам пожарной безопасности – противопожарный инструктаж» [12].

СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» определяет требования к эксплуатации огнетушителей, источники давления, а также заряды к воздушно-пенным и воздушно-эмульсионным огнетушителям. Кроме того, СП 9.13130.2009 определяет эффективность применения огнетушителей в зависимости от класса пожара и заряженного огнетушащего вещества. Например, для тушения пожаров горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением, наиболее эффективны углекислотные огнетушители, пригодными считаются порошковые и хладоновые огнетушители, но совершенно недопустимы воздушно-пенные и воздушно-эмульсионные огнетушители. Кроме того, СП 9.13130.2009 определены рекомендуемые образцы документов по техническому обслуживанию огнетушителей: эксплуатационный паспорт на огнетушитель, форма журнала технического обслуживания огнетушителей, форма журнала проведения испытаний и перезарядки огнетушителей.

«Приказом МЧС России от 31.07.2020 г. № 582 утвержден СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». В соответствии с требованиями данного свода правил,

способ тушения пожара, тип установки пожаротушения, вид огнетушащего вещества должны быть определены организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и особенностей применяемого оборудования.» [16] При этом определено, что автоматические установки должны также выполнять функцию пожарной сигнализации (исключение: автономные установки пожаротушения).

Приказом МЧС России от 25.03.2009 г. № 173 утвержден «СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». Данным сводом правил установлены требования пожарной безопасности к системе оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, к звуковому и речевому оповещению, а также к световому оповещению и управления эвакуацией. Кроме того, СП 3.13130.2009 установлено, что в зависимости от способа оповещения, деления здания на зоны, возможности реализации нескольких вариантов эвакуации и других показателей системы оповещения и управления эвакуацией подразделяются на 5 типов. Например, для производственных и складских одноэтажных зданий категории по взрывопожарной и пожарной опасности: А, Б, В, Г, Д – предусмотрен 1 тип системы оповещения и управления эвакуацией.

Приказом МЧС России от 24.04.2013 г. № 288 утвержден СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». Сводом правил определены требования к объектам классов функциональной пожарной опасности Ф1-Ф4, а также требования к объектам производственного и складского назначения (класса Ф5). Кроме того, на основании СП 4.13130.2013 утверждена методика определения безопасных противопожарных разрывов между общественными, жилыми сооружениями и зданиями [17].

Приказом МЧС России от 21.02.2013 г. № 115 утвержден СП 6.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование.

Требования пожарной безопасности», который является обязательным для применения при проектировании, а также монтаже электрооборудования систем противопожарной защиты как строящихся, так и реконструируемых зданий и сооружений.

«Приказом МЧС России от 21.02.2013 г. № 116 утвержден СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». Согласно положениям данного свода правил, в зданиях и сооружениях необходимо устанавливать технические решения, которые способны в полной мере обеспечить пожаровзрывобезопасность систем отопления, вентиляции и кондиционирования» [9].

Приказом МЧС России от 19.03.2020 г. № 194 утвержден СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». Требования данного свода правил распространяются на объекты защиты как при изменении их функционального назначения, проектировании, так и при капитальном ремонте и техническом перевооружении [9].

Приказом МЧС России от 12.03.2020 г. № 151 утвержден СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты». Требования данного свода правил обязательны для исполнения при строительстве, проектировании, капитальном ремонте, а также при иных работах, которые могут быть связаны заменой заполнений проемов в строительных конструкциях, заменой самих строительных конструкций, а также в случае изменения класса функциональной пожарной опасности [12].

1.2 Обеспечение пожарной безопасности в высотных зданиях

В России согласно СП 54.13330.2010 «Здания жилые многоквартирные» высотными зданиями считаются здания с высотой более 28 метров. Однако точного определения высотных зданий нет. Эти правила определяют максимальную высоту многоэтажных зданий 75 м [3]. Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарной техники и нижней границей открывающегося проёма (парапета эксплуатируемой кровли) в наружной стене. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. 18 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Следовательно, к высотным можно отнести здания, разность вышеуказанных отметок которых превышает 75 м. Для таких зданий установлен особый порядок согласования проектной документации [11]. В современных строительных нормах обеспечение безопасности людей при пожаре относится к приоритетным требованиям СП 112.13330.2011 [14].

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ определяет следующие требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации:

- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны обеспечивать электрическую и информационную совместимость друг с другом, а также с другими взаимодействующими с ними техническими средствами;
- линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны быть выполнены с учетом обеспечения их функционирования при пожаре в течение времени, необходимого для обнаружения пожара, выдачи сигналов об эвакуации, в течение времени, необходимого для эвакуации людей, а также времени, необходимого для управления другими техническими средствами;

- приборы управления пожарным оборудованием автоматических установок пожарной сигнализации должны обеспечивать принцип управления в соответствии с типом управляемого оборудования и требованиями конкретного объекта;
- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть обеспечены бесперебойным электропитанием на время выполнения ими своих функций;
- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех с предельно допустимыми значениями уровня, характерного для защищаемого объекта, при этом данные технические средства не должны оказывать отрицательное воздействие электромагнитными помехами на иные технические средства, применяемые на объекте защиты» [11].

Выводы по разделу 1:

С целью обеспечения пожарной безопасности высотных зданий и их защиты в нашей стране регламентированы общие правила пожарной безопасности и установления противопожарного режима в жилых зданиях, наряду с нормативно-правовой базой в области защиты именно многоэтажных зданий. В данном комплексе мер выделяются мероприятия по противопожарному снабжению высотных зданий, а также требования по тушению пожара в них и эвакуации людей.

2 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности при строительстве высотных зданий

2.1 Основы противопожарной защиты высотных зданий

Основным объектом строительства в городах являются высотные здания, которые представляют собой целые технологические площади – жилые и торговые площади, офисы, высокоразвитая инфраструктура внутри здания, направленная на обеспечение максимально комфортных условий проживания. Одновременно, высотные здания – это технологически сложные конструкции, имеющие большой потенциал в части размещения разного рода помещений, преимущественно жилых площадей [12].

Особое внимание в высотных зданиях еще на этапе проектирования уделяется внутренним коммуникациям и системам защиты здания, в первую очередь от разрушения и пожаров. Устойчивость здания, как целостной конструкции, нередко связана с пожароустойчивостью конструкций, особенно в многоэтажных жилых комплексах. Пожары могут распространяться с большой скоростью по зданию, благодаря высокой степени горючести большинства строительных материалов. Кроме того, возникновение пожара на нижних этажах может привести к разрушению всей конструкции при ее недостаточном укреплении и конструктивных ошибках. В связи с этим, в высотных зданиях в большой степени используются материалы с низкой степенью горючести и проектируются системы пожарной защиты. Главными противопожарными системами защиты в жилых зданиях являются системы автоматического пожаротушения и ручного тушения (пожарные краны, огнетушители) [15].

Система противопожарной защиты высотных зданий представлена на рисунке 1.

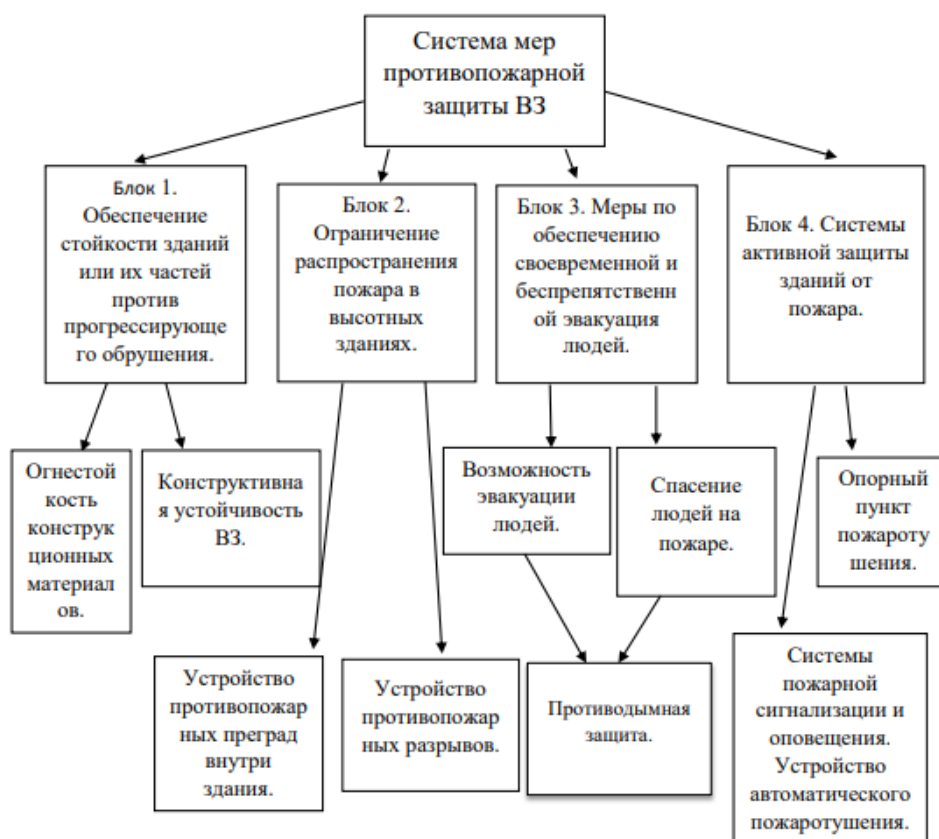


Рисунок 1 - Система противопожарной защиты высотных зданий

При этом важно отметить, что вероятность возникновения в высотных зданиях чрезвычайных ситуаций, связанных с опасностями для жизни людей и целостностью самих конструкций зданий, весьма высокая, ввиду разветвленной и не всегда защищенной электрической проводки, огромного количества бытовой техники и источников воспламенения [1].

На основании анализа содержания СП 112.13330.2011 можно заключить, что пожарная защита в зданиях требует особого внимания. А система мер противопожарной защиты, должна развиваться по двум основным направлениям: пассивная и активная защита.

«Пассивная защита направлена на усилия специалистов конструктивно-технологических решений, которые позволяют повысить степень огнестойкости высотных зданий, задержать развитие пожара и локализовать его в пределах пожарного отсека (секции), обеспечить безопасность людей за

счет их своевременной эвакуации или укрытия в специальных помещениях безопасности внутри здания» [10].

«Активная защита высотных зданий от пожаров основана на развитии средств и способов борьбы с пожаром – от постоянства совершенствования АПС и АУПТ до пожарной техники (высотные автолестницы и подъемники специализированные спасательные вертолеты), а также тактики пожарных подразделений» [10].

«В связи с тем, что подача огнетушащих веществ на верхние этажи высотных зданий от наружного водоснабжения – затруднена, необходимо предусматривать устройство систем пожаротушения и противопожарного водопровода в высотных зданиях с запасом огнетушащих веществ (воды, пены, порошка) внутри здания» [21].

«Так, например, может предусматриваться устройство водонапорных баков, которые в зонах противопожарного водоснабжения могут служить как для хозяйственно-питьевых нужд, так и для внутреннего противопожарного водопровода, при этом должен быть обеспечен неприкасаемый объем воды для внутреннего противопожарного водопровода» [6].

«Вместимость водонапорных баков должна обеспечить работоспособность не менее двух пожарных кранов с расходом каждого не менее 5 л/с в течение не менее 10 мин. Водонапорные баки должны устанавливаться на высоте, обеспечивающей высоту компактной струи на верхнем этаже, защищаемого ими пожарного отсека, не менее 4 м и не менее 6 м на остальных этажах. В случае невозможности установки водонапорных баков на отметке верхнего этажа здания, вместо них должны использоваться гидропневматические установки (гидропневматические баки)» [24]

«Заполнение водой водонапорных баков должно осуществляться от хозяйственно-питьевой сети, а гидропневматических баков – от насосов подкачки, подключенных также к хозяйственно-питьевой сети» [6].

«Водонапорные баки должны быть оборудованы трубопроводом для заполнения бака водой, комплектом запорных устройств, поддоном, визуальным и автоматическим уровнемером, спускным (сливным) и переливным трубопроводами, а при совмещенном баке противопожарного водопровода и хозяйственно-питьевого водопровода – устройством, обеспечивающим неприкосновенный запас воды на пожарные нужды. Для предотвращения развития пожара в высотных зданиях предусматривают комплекс мероприятий по ограничению площади, интенсивности и продолжительности горения. Объемно-планировочные решения должны включать в себя» [5]:

- «деление здания по вертикали и горизонтали на пожарные отсеки, ограничение площади и высоты отсеков;
- ограничение высоты расположения помещений, тушение пожара в которых затруднено, а также выделение указанных помещений противопожарными преградами;
- ограничение количества шахт лифтов, пересекающих границы пожарных отсеков, а также ограничение связи с шахтами лифтов подземных и надземных этажей;
- деление здания противопожарными преградами, которые блокируют распространение пожара за пределы помещений, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности, между этажами и секциями, а также между пожарными отсеками» [5].

«Деление высотных зданий на пожарные отсеки по вертикали предлагается осуществлять противопожарными перекрытиями, по горизонтали - противопожарными стенами. Жилая часть здания должна иметь самостоятельные выходы и быть отделена от помещений иного функционального назначения противопожарными стенами и перекрытиями. Наибольшая площадь надземного этажа между противопожарными стенами - площадь пожарного отсека - должна быть не более 1500 м² (для гостиниц), не

более 2000 м² (для жилых помещений), не более 2500 м² в остальных случаях» [5].

«Высота каждого пожарного отсека надземной части здания не должна превышать 50 м (16 этажей). Например, 32-этажное здание должно иметь два пожарных отсека по 16 этажей: первый отсек включает в себя первые 16 этажей, второй отсек - с 17 по 32 этажи» [5].

«При размещении помещений различной функциональной пожарной опасности внутри пожарного отсека и здания необходимо учитывать, что:

- вместимость помещений общественного назначения, расположенных на высоте более 50 м, не должна превышать 100 человек;
- при размещении в составе зданий на высоте более 50 м ресторанов, кафе, варьете и других общественных помещений вместимостью более 50 человек расстояние от этих помещений до незадымляемой лестничной клетки не должно превышать 20 м;
- помещения, рассчитанные на одновременное пребывание более 500 человек, должны отделяться от других помещений противопожарными стенами и перекрытиями, а расстояние от этих помещений до незадымляемых лестничных клеток не должно превышать 20 м;
- атриумы нужно предусматривать не выше нижнего надземного пожарного отсека» [18].

«Количество шахт лифтов, пересекающих все пожарные отсеки, а также любую группу последовательно расположенных отсеков, должно быть минимально-необходимым (с учетом обеспечения всех технологических требований). Выходы из лифтов на этажах (кроме выходящих в вестибюль на первом этаже) следует предусматривать через лифтовые холлы» [22].

Лифтовые холлы должны отделяться от примыкающих коридоров и помещений противопожарными перегородками.

«Шахты лифтов, пересекающие пожарные отсеки, не допускается размещать смежными с помещениями, относящимися к зоне риска, то есть такими, где наиболее вероятны чрезвычайные ситуации или террористические действия. Оси дверных проемов лифтовых холлов и шахт лифтов, располагаемых около зон риска, должны располагаться под углом не менее 90 градусов» [8].

Для снижения пожарной опасности небоскребов необходимо соблюдать следующие требования к конструкциям:

- «основные несущие конструкции при свободном развитии пожара должны сохранять огнестойкость согласно требованиям, представленным к зданиям 1 степени огнестойкости;
- исключить прогрессирующее обрушение при потере огнестойкости отдельных несущих строительных конструкций (в течение времени эвакуации и проведения спасательных работ), в том числе при пожарах, вызванных чрезвычайными ситуациями и террористическими действиями;
- обеспечить дополнительную защиту лестничных клеток, пожаробезопасных зон» [8].

«При решении ряда архитектурно-планировочных задач при проектировании высотных зданий допускается вместо противопожарных стен устраивать противопожарные преграды в виде водяных завес. Для этой цели может быть использована «дренчерная» система пожаротушения. Это система трубопроводов для подачи огнетушащего состава, снабженных специальными насадками-дренчерными оросителями. Роль противопожарной преграды в данном случае играют две линии распределительных трубопроводов с дренчерными оросителями. При возникновении пожара происходит включение дренчерной системы автоматически или вручную и, соответственно, истечение огнетушащего состава в двух параллельных плоскостях» [20]. В этом случае эквивалентом противопожарной преграды являются образующиеся водяные завесы в двух плоскостях, расположенных

друг от друга на расстоянии 0,5 м и обеспечивающих интенсивность орошения не менее 1 л/с на 1 м завесы при времени ее работы не менее 1 часа.

2.2 Организация технических систем пожарной защиты в высотных зданиях

Необходимость устройства установок пожарной сигнализации в зданиях регламентируется специальными нормами, установленными Постановлением Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» – жилые и общественные здания высотой более 28 м, независимо от площади, оборудуются автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и автоматическими установками пожаротушения (АУП).

«Установки пожарной сигнализации – это совокупность функционально связанных элементов: пожарных извещателей, линии связи, станции пожарной сигнализации для обнаружения пожара на начальной стадии его развития» [19].

«Пожарные извещатели – это устройства, предназначенные для подачи сигнала о пожаре. Автоматические пожарные извещатели преобразуют физические параметры, характеризующие развитие пожара, в электрические сигналы и по линиям связи передают их на станцию пожарной сигнализации, где они расшифровываются и преобразуются в световые и звуковые сигналы. В зависимости от физического фактора, на который реагируют пожарные извещатели, они делятся на тепловые, дымовые, световые и комбинированные. Средства тушения пожара предназначаются для локализации возникающих очагов горения огнетушащим составом или создания условий, при которых горение прекращается» [18].

«Установки водяного пожаротушения используются для защиты различных объектов, в том числе для защиты высотных жилых и общественных зданий. Водяные АУП по конструктивному исполнению подразделяются на спринклерные и дренчерные» [20].

«Спринклерные установки водяного пожаротушения применяются в помещениях с обычной пожарной опасностью для локального тушения по площади. Дренчерные установки водяного пожаротушения используются для защиты помещений с повышенной пожарной опасностью, когда эффективность пожаротушения может быть достигнута лишь при одновременном орошении всей защищаемой площади» [18].

«Дренчерные установки применяют, кроме того, для орошения вертикальных поверхностей и создания водяных завес, в качестве эквивалентной замены конструктивных противопожарных преград (например, в атриумах), фонарей. В зданиях высотой более 16 этажей системы внутреннего противопожарного водопровода и автоматического пожаротушения должны быть раздельными» [22].

«Основной функцией центрального пульта управления систем пожарной сигнализации является управление системами противопожарной защиты и обеспечение координации действий всех служб, ответственных за обеспечение безопасности людей и ликвидацию пожара. Размещается центральный пульт вблизи от главного входа в здание или в помещении первого или цокольного этажа с выходом непосредственно наружу» [23].

Для проведения аварийно-спасательных работ по тушению пожара в высотных зданиях главной задачей является разработка системы тактических действий по тушения пожаров и спасению людей. Для них важно было не только разработать такую систему, но и использовать современные зарубежные технологии для борьбы с огнем. В качестве реального объекта рассматривается высотный многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин» в г. Владивосток.

Выводы по разделу 2:

Вероятность возникновения в высотных зданиях чрезвычайных ситуаций, связанных с опасностями для жизни людей и целостностью самих конструкций зданий, весьма высокая. Чрезвычайную опасность в них представляет пожар, в связи с чем, пожарная защита в зданиях требует особого внимания.

«Пассивная защита направлена на усилия специалистов конструктивно-технологических решений, которые позволяют повысить степень огнестойкости высотных зданий. Активная защита высотных зданий от пожаров основана на развитии средств и способов борьбы с пожаром» [22].

«В связи с тем, что подача огнетушащих веществ на верхние этажи высотных зданий от наружного водоснабжения – затруднена, необходимо предусматривать устройство систем пожаротушения и противопожарного водопровода в высотных зданиях с запасом огнетушащих веществ (воды, пены, порошка) внутри здания» [23].

3 Разработка рекомендаций по совершенствованию системы пожарной безопасности при строительстве высотных зданий

3.1 Характеристика объекта исследования

Многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин» расположен во Фрунзенском районе г. Владивостока в районе бухты Федорова по адресу: ул. Арсеньева, 2.

Комплекс состоит из одного жилого дома, состоящего из 2 блок - секций и встроено-пристроенного стилобата, расположенного под этим зданием (рисунок 2).



Рисунок 2 – Общий вид МЖК «Аквамарин»

Основной въезд к жилому зданию осуществляется со стороны ул. Арсеньева, въезд и выезд на парковку со стороны ул. Лейтенанта Шмидта.

Здание особой степени огнестойкости – это 1 степень огнестойкости с повышенными пределами огнестойкости конструкций. Требования по противопожарной защите комплекса, объемно-планировочным решениям изложены в специальных технических условиях, разработанных специально для этого комплекса.

За относительную отметку 0,000 принят пол 1 этажа (вестибюль), что соответствует абсолютной отметке 22,00 м, высота здания выше отметки 0,000 и фиксируется на +140,400 м.

Этажность жилого дома 41 этаж, в том числе 36 жилых, 4 технических и 1 этаж занимает вестибюльная группа. На жилых этажах блок - секций располагаются по 6 квартир в блоке 1 и 5 квартир в блоке 2 общей площадью от 63 до 189 м². Общее количество квартир – 396, в том числе 36 – однокомнатных, 288 – двухкомнатных, 72 – четырёхкомнатных. Расстояние от выхода из квартир до входа в тамбур – шлюзы при незадымляемых лестничных клетках не превышает 12 метров.

На первых этажах блок – секций располагается вестибюль, комната охраны, пост охранно-пожарной сигнализации, технические помещения и помещения предполагаемого коммерческого использования. Первый жилой этаж (3 этаж) и вестибюльная группа (1 этаж) разделены техническим этажом, на котором расположено инженерное оборудование и коммуникации.

Жилой дом разделён на 2 пожарных отсека техническим этажом на отметке +50,700. В технических этажах находятся венткамеры, технические и подсобные помещения, пожаробезопасные зоны.

На эксплуатируемой кровле каждой блок – секции расположены площадки для спасательной кабины вертолета. На кровлях жилых зданий предусмотрены конструктивные элементы для крепления спасательных средств, которые также могут использоваться для крепления и ремонта

фасадов зданий. На кровле используется ограждение высотой 1,2 м, а на площадке для спасательной кабины вертолета 1,5 м.

Вертикальная связь блок - секций жилого дома осуществляется четырьмя лифтами (два из которых работают в режиме «перевозка пожарных подразделений») и двумя незадымляемыми лестничными клетками с подпором воздуха при пожаре и тамбуром, в котором также обеспечивается подпор воздуха при пожаре. Две лестничные клетки, которые используются для вертикальной связи в жилом доме, имеют непосредственные выходы наружу и одна из них дополнительно связывает вестибюль и жилые этажи здания через тамбур – шлюз с подпором воздуха при пожаре. Связь жилого дома с автостоянкой обеспечивается двумя лифтами с режимом работы «перевозка пожарных подразделений» и лестничной клеткой через воздушную зону на 1 этаже.

Ниже отметки вестибюля располагается трехэтажная подземная автостоянка на 196 машиномест. Въезд на автостоянку осуществляется по рампе с ул. Лейтенанта Шмита на отметке -12,000. Эвакуация людей осуществляется по лестничным клеткам с непосредственным выходом наружу. Этаж автостоянки разделен на секции путём устройства противопожарных зон шириной 6 метров, свободных от пожарной нагрузки. Общая для всех этажей рампа изолирована от помещений для хранения автомобилей противопожарными преградами и тамбур – шлюзами с подпором воздуха при пожаре. Помещения автостоянки отделяются от смежных помещений, не относящихся к автостоянке противопожарными стенами с устройством тамбур – шлюзов с подпором воздуха при пожаре.

В стилобатной части здания размещаются помещения трансформаторных и дизельная. Эвакуация из трансформаторных производится непосредственно наружу. Дизельная размещается в двухсветном помещении стилобата с непосредственным выходом наружу.

Лифты по типу «THYSSENKRUPP» грузопассажирский лифт размерами 1400 x 2100 кг, $V = 4$ м/с по 2 единицы на блок – секцию (рисунок 3).



Рисунок 3 – Лифтовая группа МЖК (пассажирский)

Лифт пассажирский, работающий в режиме «перевозка пожарных подразделений» при пожаре размерами 1400 x 2100, $Q=1350$ кг, $V=4$ м/с по 2 единицы на блок – секцию.

Наружные стены: монолитный железобетон толщиной 300 мм с последующим утеплением минераловатными плитами ROCK WOOL ВЕНТИ БАТТС толщиной 200 мм – жилой дом и 100 мм – стилобат с облицовкой керамогранитными плитами по навесной фасадной системе.

Кровля эксплуатируемая с покрытием из тротуарных плит, на кровле стилобата – брусчатый камень.

Перегородки межквартирные кирпичные толщиной 120 мм, андезитобазальтовые блоки – 300 мм, межкомнатные - андезитобазальтовые блоки – 80 мм.

Окна – двухкамерный стеклопакет фирмы «SCHUCO» из негорючих материалов. Двери деревянные и из поливинилхлоридных профилей, металлические служебные, противопожарные.

В стилобатной части здания расположены понижающие трансформаторы, запитанные от ПС 110/6 кВТ «Бурная». Напряжение силовых электроприёмников 380/220 В. Применяются только сухие или заполненные негорючим жидким диэлектриком трансформаторы.

В каждой блок-секции жилого комплекса имеется по одному пожарному извещателю. Жилой комплекс оборудован системой оповещения и управления эвакуацией при пожаре «Тромбон». При поступлении сигнала от пожарных извещателей, блок контрольно-пусковой «Тромбон» подает импульсы на отключение систем общеобменной вентиляции и системы включения оповещения о пожаре. Включение насосной установки пожаротушения осуществляется не сразу, кроме того, система не работает на опускание лифтов на основной посадочный этаж, что создает опасность при эвакуации жильцов здания.

В здании имеется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Вентиляционные системы разбиты на 4 зоны. Каждая из приточно-вытяжных систем обслуживает свой пожарный отсек. Данные установки размещаются на технических этажах на отметках +50,700 и + 130,800 в блок-секциях №1 и №2 в специально отведенных местах.

Вентиляция в технических этажах обеспечивается индивидуальными приточно-вытяжными установками.

В здании предусмотрено централизованное отключение систем неаварийной вентиляции и автоматическое включение аварийной системы вентиляции при пожаре. Удаление дыма осуществляется вентиляторами дымоудаления с пределом огнестойкости 1 час / 400⁰С по отдельной шахте. Забор продуктов горения и подача наружного воздуха производится через клапаны дымоудаления с механическим реверсивным приводом. Клапана являются нормально закрытыми.

Отопление центральное водяное. Источник теплоснабжения – ТЭЦ-1 г. Владивосток. Система кондиционирования воздуха выполнена на базе фреоновых систем с водяным охлаждением конденсатора. Тип фреона, используемого для данных систем – R410A.

Водоснабжение многофункционального комплекса предусматривается от наружных сетей водоснабжения от двух вводов диаметром 150 мм. На расстоянии 15 м от жилого здания на проезжей части ул. Арсеньева на въезде на кровлю стилобатной части дома расположены 2 пожарных гидранта на тупиковой сети диаметром 150 мм. Водоотдача водопроводной сети Т-150 при напоре 50 м – 55 л/с.

Ближайшие пожарные гидранты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ближайшие пожарные гидранты

ПГ	Адрес	Место нахождения	Расстояние в метрах	Тип и диаметр сети
ПГ-1	ул. Арсеньева, 2	0-15-1	15	Т - 150
ПГ-2	ул. Арсеньева, 2	0-15-1	15	Т - 150
ПГ-3	Ул. Арсеньева, 9\13	0-9-0	80	Т - 150
ПГ-4	Ул. Станюковича, 3	52-19-0	107	Т - 200
ПГ-5	Ул. Бестужева, 31	3-11-0	174	К-100
ПГ-6	Ул. Станюковича, 14	0-6-2	255	Т-200
ПГ-7	Ул. Посьетская, 17	0-8-6	300	К-200
ПГ-8	Ул. 1-ая Морская, 13	38-4-0	350	К-200

Жилой дом оборудуется отдельными системами хозяйственно-питьевого, противопожарного водопровода, горячего водоснабжения, бытовой и дренажной канализацией, системой водостоков.

От двух вводов диаметром 150 мм вода поступает в ёмкость объёмом 108 м³, расположенную на отметке -12,000. Из запасной ёмкости хозяйственно-питьевое водоснабжение жилого дома осуществляется путем подачи воды при помощи насосов в баки, установленные на технических

этажах для верхней и нижней зоны отдельно. Из баков вода поступает самотеком вниз, обеспечивая водой нижние этажи. Каждая квартира оборудована устройством внутриквартирного пожаротушения «КПК Пульс» с длиной рукава 15 м и диаметром проходного сечения 19,5 мм.

Системы противопожарного водоснабжения приняты кольцевыми, системы хозяйственно-питьевого водоснабжения – тупиковыми.

Предусматривается зонирование систем противопожарного водоснабжения:

- нижняя зона – с отметки от 0,000 до + 47,400;
- средняя зона – с отметки от +50,700 до + 90,300;
- верхняя зона – с отметки от +93,600 до +133,950.

Для пожаротушения жилого дома предусматривается отдельная насосная установка пожаротушения Helix V3609-5/25/E/KS/400-50 (1 рабочий насос, 1 - резервный) производительностью 36,0 м³/час, H=174,0 м, P=30кВт.

В жилом доме установлено 648 пожарных крана. На каждом этаже блок-секции расположено по 8 ПК (на отметке +133,500 – 4 ПК), краны находятся напротив выходов из тамбур – шлюзов лестничных клеток по 4 ПК на каждый выход. Пожарные краны диаметром 50 мм по 2 единицы на водоводе диаметром 100 мм, оборудованы рукавом 20 м и стволом с наконечником 16 мм.

Стилобатная часть здания многофункционального комплекса «Аквамарин» оборудована автоматической сплинклерной установкой пожаротушения. Источник водоснабжения предусмотрен в баке, расположенном в насосной на отметке -12,000 объемом 108 м³. Производительность насосной установки принята 63,89 л/с (230 м³/час). Предусмотрено 3 насоса (2 рабочих и 1 резервный) и жокей-насос.

В стилобатной части комплекса расположено 38 ПК диаметром 65 мм на водоводе диаметром 133 мм: на отметке -15,000 – 3 ПК; на отметке -12,000 – 15 ПК; на отметке -8,550 – 11 ПК; на отметке -5,100 – 10 ПК.

Для присоединения рукавов пожарных автомобилей от напорной линии насосной станции автоматического тушения выведены наружу два патрубка диаметром 80 мм со стандартными головками ГМ-80. Внутри станции на этих трубопроводах установлены обратные клапаны, а снаружи задвижки. Патрубки расположены на отметке 0,000.

«В дежурном режиме эксплуатации питающие и распределительные трубопроводы спринклерных установок постоянно заполнены водой и находятся под давлением, обеспечивающем постоянную готовность к тушению пожара. Постоянное давление в системе обеспечивает жокей – насос» [24]. Размещение пожарных установок представлено в графической части. В таблице 2 представлено наличие и характеристика установок пожаротушения.

Таблица 2 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Все помещения стилобатной части, за исключением помещений с мокрым процессом, электрощитовых, серверных, лестничных клеток	Автоматическая спринклерная установка пожаротушения водозаполненная, расчетная интенсивность орошения 0,12 л/с м ² требуемый расход воды 63,89 л/с, температура срабатывания спринклерного оросителя 57 °С	Спринклерная система срабатывает автоматически, рампа отделяется от автостоянки дренчерной завесой с расходом воды 1 л/с на метр ширины проема. Его можно включить вручную по месту или с пожарного поста и автоматически при срабатывании спринклерного сигнального клапана	«Постоянное давление поддерживает жокей-насос. При пожаре, когда давление в питающем трубопроводе падает при срабатывании сигнализатора давления, включаются пожарные насосы, обеспечивающие полный расход. Одновременно при включении пожарных насосов подается сигнал пожарной тревоги» [22].

Наличие и характеристика системы дымоудаления и подпора воздуха представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Наличие и характеристика системы дымоудаления и подпора воздуха

Наименование помещений, защищаемых установками дымоудаления и подпора воздуха	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
<p>Вентиляционные системы разбиты на 4 зоны. Каждая из приточно-вытяжных систем обслуживает свой пожарный отсек. Данные установки размещаются на технических этажах на отметках +50,700 и +130,800 в блок-секциях №1 и №2 в специально отведенных местах. Вентиляция в технических этажах обеспечивается индивидуальными приточно-вытяжными установками.</p>	<p>В здании имеется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. нормально – закрытые противопожарные клапана</p>	<p>Автоматически при срабатывании АПС, дистанционно от кнопок, установленных у эвакуационных выходов с этажей</p>	<p>Централизованное отключение систем неаварийной вентиляции и автоматическое включение аварийной системы вентиляции при пожаре.</p>

«При возникновении загорания в помещении, защищаемом спринклерной секцией и повышении температуры воздуха более 57° С, разрушается легкоплавкий элемент спринклерного оросителя. Вода, находящаяся под давлением выталкивает клапан, перекрывающий выходное отверстие спринклера, и он вскрывается. Сигнализаторы потока жидкости при возникновении пожара в одной из секций дублируют сигнал о срабатывании водяного пожаротушения, тем самым идентифицируют место загорания и одновременно отключают систему энергопитания» [24].

«При пожаре, когда давление в питающем трубопроводе падает, при срабатывании сигнализатора давления включаются рабочие пожарные насосы,

обеспечивающие полный расход. Одновременно, при включении пожарных насосов, подается сигнал пожарной тревоги в систему пожарной безопасности объекта. Если электродвигатель рабочего пожарного насоса не включается или насос не обеспечивает расчетного давления, то через 10 секунд включается электродвигатель резервного пожарного насоса» [24].

После ликвидации очага пожара прекращение подачи воды в систему производится вручную.

Ширина эвакуационных выходов из лифтов принята с учетом беспрепятственного выноса носилок с лежащим на них человеком. В жилой части зданий запроектированы эвакуационные незадымляемые лестничные клетки типа Н1, имеющие выход непосредственно наружу, с переходом через воздушную зону из вне квартирных коридоров, которые представлены на рисунке 4 [24].

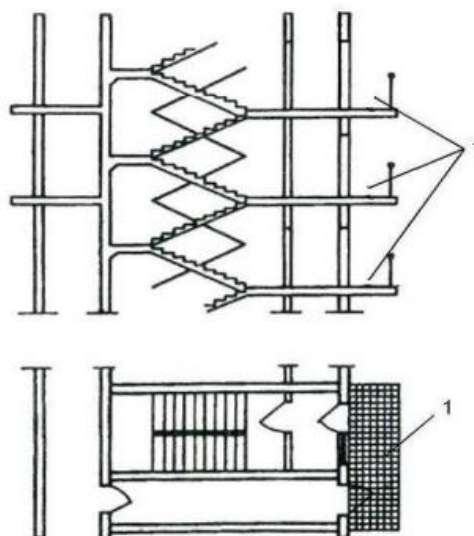


Рисунок 4 – Незадымляемая лестничная клетка с воздушной зоной, лоджией

Ширина перехода через воздушную зону не менее 1,2 м с высотой ограждения 1,2 м. Расстояние между дверными проёмами лестничной клетки и ближайшем окном – не менее 2 м. Ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне не менее 1,2 м. В каждой квартире

жилых домов запроектирован выход на балкон или лоджию. Данный выход является аварийным. В многоэтажных жилых домах один из лифтов грузоподъемностью 1000 кг обеспечивает транспортирование пожарных подразделений. В верхнюю часть шахт лифтов предусмотрена подача наружного воздуха. Удаление дыма из поэтажных коридоров запроектировано через шахту с принудительной вытяжкой.

Оперативно-тактическая характеристика многофункционального комплекса «Аквамарин» представлена в Приложении А.

3.2 Мероприятия по совершенствованию системы пожарной сигнализации в высотном здании

При срабатывании существующей системы пожарной сигнализации «Тромбон» включение насосной установки пожаротушения осуществляется не сразу, кроме того, система не работает на опускание лифтов на основной посадочный этаж, что создает опасность при эвакуации жильцов здания. Также, пожарные извещатели размещаются только в блок-секциях на несколько квартир, что не обеспечивает безопасность каждой квартиры и своевременное оповещение.

В качестве аппаратуры для построения системы автоматической пожарной сигнализации принимаем оборудование компании «Болид», в расчете на каждую квартиру. Для системы оповещения приняты звуковые оповещатели типа «типа ИП 212-ЗСУ».

Из состава комплекта в системе используется:

- блок приемно-контрольный «Сигнал 20П» – 8 единиц;
- пульт контроля и управления «С2000М» – 1 единиц;
- блок индикации «С 2000-БИ» – 4 единиц;
- релейный блок «С2000-КПБ»-исполнения 01 – 3 единицы.
- информатор телефонный «С 2000-ИТ» – 1 единица.

Блок приемно-контрольный «Сигнал 20П» контролирует 20 шлейфов системы пожарной сигнализации, принимает максимальное количество команд, например команды «Пожар», «Неисправность». Отличается мгновенной скоростью приема сигнала и быстрого распределения по реле. Материал корпуса – пластик, крепление – на стену. Информация от датчиков направляется на пульт контроля и управления «С2000М». Материал корпуса – металл, пластик, крепление – на стену. Средний срок службы – 10 лет.

«Блок индикации «С 2000-БИ» предназначен для отображения сигналов совместно с пультом контроля и управления «С2000М» и отображения с помощью встроенных индикаторов и звуковой сигнализации сообщений о событиях в 60 разделах системы» [3].

«Релейный блок «С2000-КПБ»-исполнения 01 предназначен для управления шестью исполнительными устройствами (световые и звуковые оповещатели, электромагнитные замки, модули порошкового или аэрозольного пожаротушения, видеокамеры и др.) по интерфейсу RS-485, а также контроля исправности цепей подключения исполнительных устройств» [23].

Устройство объективное передачи извещений «С2000-PGE» применяется в качестве устройства передачи извещений посредством автоматической передачи радиосигнала в ЕДДС:

- по сетям GSM и Ethernet различному количеству пользователей, в том числе на мобильные телефоны;
- на пульт централизованной охраны;
- при размыкании/замыкании входа шлейфа сигнализации «С2000-PGE» передается сообщение «Общая тревога».

Основными преимуществами компонентов системы являются:

- скорость реагирования и одновременное включение индикаторов;
- разнообразие команд, в связи с чем, возможна настройка даже на открывание/закрывание дверей, реагирование на внешние факторы;
- прочность корпусов приборов и контроль вскрытия корпусов;

– периодический тестовый контроль приборов в автоматическом режиме.

«В качестве автоматических пожарных извещателей применяются извещатели типа ИП 212-3СУ, в качестве ручных пожарных извещателей – ИПР-3СУ. В прихожих квартир устанавливаются тепловые пожарные извещатели ИП 105-1, с температурой срабатывания 50 °С. Количество извещателей указано в спецификации. В жилых помещениях квартир устанавливаются автономные пожарные извещатели ИП-212-50М. Блок приемно-контрольный «Сигнал 20П» используется для построения системы пожарной сигнализации на этажах здания (8 блоков всего). В шлейфы приборов «Сигнал 20П» с нечетным адресом включены шлейфы с активными автоматическими извещателями, защищающими межквартирные коридоры, лифтовые холлы» [23].

«Прибор обеспечивает контроль состояния зон (этажей), защищаемых пожарными автоматическими и ручными извещателями. Прибор формирует сигнал «Пожар» при обнаружении извещателями факторов пожара, осуществляет трансляцию сигнала «Пожар» на жидкокристаллический индикатор прибора С2000М с сохранением сообщения в энергонезависимом устройстве прибора» [23] (рисунок 5).

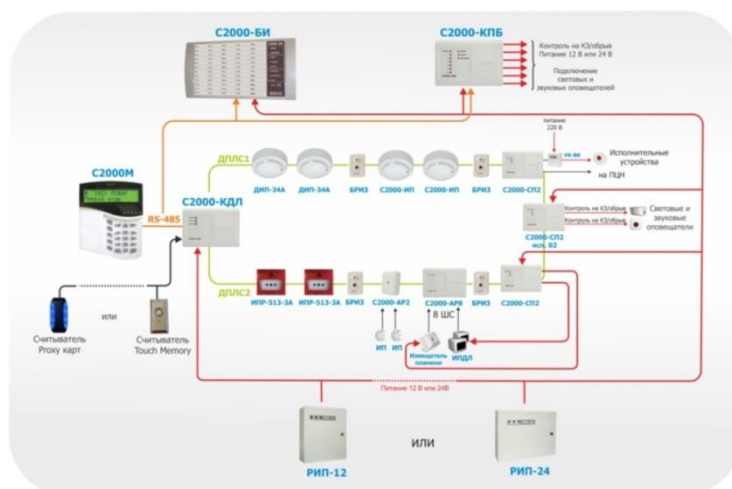


Рисунок 5 – Комплект пожарной сигнализации, составные элементы

«На приборе С2000М размещены различные виды контактов для выдачи тревожных сигналов и сигналов управления. Для включения звуковых оповещателей на этажах секций и световых оповещателей «Пожар» у парадных используются контакты приборов С2000 СП1 исп.01» [24].

«Приборы имеют резервные выходы управления. Световые оповещатели «Выход» включены постоянно. Блоки индикации С2000- БИ устанавливаются в лифтовых холлах. Во второй и четвертой секциях приборы С2000-СП1 устанавливаются в лифтовых холлах, вместе с прибором С2000-БИ. Блок индикации С 2000-БИ индицирует сигнал «Пожар» красным цветом на соответствующем этаже светодиодном индикаторе» [24].

«Извещатель адресный пожарный ручной «ИПР-3СУ» формирует сигнал «ПОЖАР» (рисунок 6). Для управления лифтовым оборудованием используются контакты приборов С2000-СП1. Телефонный информатор С2000-PGE сообщает о сигнале «Пожар» по телефонной линии абоненту. Номер телефона уточняется при программировании системы пожарной сигнализации» [20].



Рисунок 6 – Извещатель адресный пожарный ручной «ИПР-3СУ»

«Наблюдение за состоянием системы и управлением ее режимами должно производиться дежурным персоналом с помощью прибора контроля и управления С2000М. В дежурном режиме система анализирует состояние устройств подключенных к соединительным линиям, состояние шлейфов пожарной сигнализации» [20].

«При возникновении пожара на любом из этажей формируется и транслируется сигнал «Пожар» на ЖКИ прибора С2000М, на соответствующий секции возгорания прибор С2000-БИ, прибор С2000-PGE формирует и транслирует телефонному абоненту сообщение о пожаре, в секции включаются звуковые оповещатели ТОН 24-С, у парадных секции включаются световые оповещатели «Пожар», лифты опускаются на основной посадочный этаж» [20].

«Все приемно-контрольные приборы Сигнал 20П устанавливаются на первом этаже в помещении администрации ЖК «Аквамарин» в третьей секции 1 этажа. Здесь же устанавливаются блоки питания и боксы с дополнительными аккумуляторными батареями. Световые оповещатели «Выход» включены постоянно. Блоки индикации С2000-БИ устанавливаются в лифтовых холлах» [20].

«Режим работы проектируемой системы – круглосуточный. Техническое обслуживание системы АПС производится лицензированной организацией. Контроль за работой оборудования и противопожарной безопасностью должен осуществляться круглосуточно дежурным персоналом. Дежурный персонал должен быть обучен правилам работы на установленном оборудовании» [20].

Выводы по разделу 3: Существующая система оповещения о пожаре, установленная в жилом комплексе (в блок-секциях) не обеспечит максимально быстрое обнаружение возгорания, что может привести к выгоранию целых этажей и угрозе жизни и здоровью жильцов ЖК. В качестве системы автоматической пожарной сигнализации в проекте принято

оборудование компании «Болид», установленное поквартирно для скорейшего обнаружения пожара.

4 Охрана труда

Общее руководство охраной труда на объекте строительства (высотного дома) осуществляет генеральный директор организации, который Приказом по организации назначает ответственных лиц, отвечающих за обеспечение охраны труда. Деятельность предприятия по охране труда складывается из совместных действий генерального директора, инженерно-технических работников, начальников участков и уполномоченных лиц.

Обязанность, функции и права всех работников, в том числе в сфере охраны труда, определены должностными инструкциями, функциональными обязанностями, законодательными и нормативно-правовыми актами. В основу организации работы по охране труда входят следующие задачи:

- обучение и инструктаж по охране труда работников организации;
- осуществление иной деятельности, связанной с организацией и проведением мероприятий по охране труда.

Руководители участков строительства обязаны обеспечить исправное состояние оборудования, приспособлений, транспортных и грузоподъемных средств, ограждений, предохранительных устройств, а также, контролировать соблюдение всеми работниками правил и инструкций по охране труда, своевременно проводить инструктаж.

Проведение предварительных и периодических осмотров работников обязательно, в соответствии с Приказом Министерства труда РФ № 988н, Приказом Министерства здравоохранения РФ № 1420н от 31.12.2020, работники, занятые тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные периодические медицинские осмотры (обследования) и психиатрические освидетельствования осуществляются за

счет работодателя. Составим процедуру медосмотров в соответствии с нормативными требованиями [14, 15], представим в таблице 4.

Таблица 4 – Процедура прохождения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Составление списка лиц, поступающих на работу	Руководитель организации	Специалист отдела кадров	Трудовой Кодекс РФ, Приказ Министерства труда РФ № 988н, Приказ Министерства здравоохранения РФ № 1420н от 31.12.2020; Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н (ред. от 01.02.2022)	Список лиц, поступающих на работу	Утверждается руководителем организации
Выдача направления на проведение предварительного медосмотра	Специалист отдела кадров	Специалист отдела кадров	Список лиц, поступающих на работу	Направление на предварительный медосмотр	Учет выданных направлений ведется, в том числе, в электронном виде
Прохождение предварительного медосмотра	Работник	Специалист медицинской организации	Направление на предварительный медосмотр	Медицинская карта; результаты предварительного медосмотра	Длительность этого этапа зависит от количества необходимых исследований
Оформление заключения по результатам предварительного медосмотра	Специалист медицинской организации	Специалист медицинской организации	Направление на предварительный медосмотр; результаты предварительного медосмотра	Заключение по результатам предварительного медосмотра	Выдается в течение 5-ти рабочих дней

Продолжение таблицы 4

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Проведение внеочередного медосмотра	Специалист медицинской организации	Специалист медицинской организации	Результаты внеочередного медосмотра	Заключение по результатам внеочередного медосмотра	Выдается в течение 5-ти рабочих дней
Составление поименного списка работников для прохождения периодического медосмотра	Специалист отдела кадров	Специалист отдела кадров	Трудовой Кодекс РФ, Приказ Министерства труда РФ № 988н, Приказ Министерства здравоохранения РФ № 1420н от 31.12.2020; Приказ Минздрава России от 28.01.2021 № 29н (ред. от 01.02.2022)	Поименный список работников для прохождения периодического медосмотра	Направление в мед. организацию в течение 10 рабочих дней
Выдача направления на периодический медицинский осмотр	Специалист отдела кадров	Специалист отдела кадров	Поименный список работников для прохождения периодического медосмотра	Направление на периодический медосмотр	Вручение направления каждому работнику
Составление календарного плана проведения периодического осмотра	Руководитель организации / специалист отдела кадров	Руководитель организации / специалист отдела кадров	Приказ Министерства труда РФ № 988н, Приказ Министерства здравоохранения РФ № 1420н от 31.12.2020; Приказ Минздрава России от 28.01.2021 N 29н (ред. от 01.02.2022)	Календарный план проведения периодического осмотра	Составление календарного плана до 14 рабочих дней

Продолжение таблицы 4

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе	Примечание
Ознакомление работников календарным планом	Специалист отдела кадров	Специалист отдела кадров	Календарный план проведения периодического осмотра	Заполненный лист ознакомления календарным планом	Ознакомление до 10 рабочих дней
Прохождение периодического медосмотра	Работник	Специалист медицинской организации	Направление на периодический медосмотр	Медицинская карта; результаты периодического медосмотра	Длительность этого этапа зависит от количества необходимых исследований
Оформление заключения по результатам периодического медосмотра	Специалист медицинской организации	Специалист медицинской организации	Направление на периодический медосмотр; результаты предварительного медосмотра	Заключение по результатам периодического медосмотра	Выдается в течение 5-ти рабочих дней

Отдельно стоит отметить охрану труда при тушении пожаров, возникающих в высотном здании, как в ходе его строительства, так и в ходе его эксплуатации. При спасении людей и имущества при пожаре в высотном здании оперативные должностные лица обязаны определить порядок и способы спасения людей в зависимости от обстановки и состояния людей, которым необходимо оказать помощь, предпринять меры по защите спасаемых от опасных факторов пожара. Работы по спасению проводятся быстро, но с соблюдением предосторожностей, чтобы не были причинены повреждения и травмы спасаемым людям. Во всех случаях, когда проводятся спасательные работы, должностные лица одновременно с развертыванием сил и средств организуют вызов скорой медицинской помощи, даже если в данный момент в ней нет необходимости.

До прибытия на пожар медицинского персонала первую доврачебную помощь пострадавшим, в установленном порядке, оказывает личный состав подразделений ГПС [11].

Для спасения людей и имущества с высоты используются прошедшие испытание стационарные и переносные ручные пожарные лестницы, автолестницы и автоподъемники пожарные, спасательные веревки, спасательные рукава, пневматические прыжковые спасательные устройства и другие приспособления, имеющие соответствующие сертификаты и прошедшие испытания. Спасание и самоспасание можно начинать только убедившись, что длина спасательной веревки обеспечивает полный спуск на землю (балкон), спасательная петля надежно закреплена на спасаемом, спасательная веревка закреплена за конструкцию здания и правильно намотана на поясной карабин пожарный. Запрещается использовать для спасания и самоспасания мокрые или имеющие большую влажность спасательные веревки, а также спасательные веревки, не состоящие в боевом расчете, и веревки, предназначенные для других целей.

В случаях, когда немедленное извлечение пострадавших, находящихся в условиях вынужденной изоляции, не представляется возможным, в первую

очередь для обеспечения выживания потерпевших всеми имеющимися средствами организуется подача чистого воздуха, питьевой воды, пищи, медикаментов и средств индивидуальной защиты.

При проникновении личного состава подразделений ГПС к потерпевшим производятся необходимые сдвигание (смещение), подъем обрушенных строительных конструкций (обломков), перекусывание (резка или рубка обнаженной арматуры диаметром до 20 мм). В этих случаях применяется индивидуальный аварийно-спасательный инструмент (гидравлические ножницы, штурмовые топоры, плунжерные распорки и т.д.) и механизированный инструмент общего назначения (ручные электрические ножницы, дисковые и цепные пилы, рубильные и отбойные молотки, бетоноломы) [12].

При использовании штатных технических средств, имеющих соответствующие сертификаты, следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в инструкциях по их эксплуатации. При использовании спасательного рукава для массовой эвакуации людей он крепится к полу люльки автоподъемника [20].

Подъем (спуск) людей в кабине лифта автолестницы разрешается только при исправном состоянии электросети автоматического выключения и сигнализации. При сигнальном звонке автомата подъем кабины немедленно приостанавливается и кабина лифта возвращается в исходное положение.

Выводы по разделу 4.

При работе всех систем жилого комплекса учитывается возникновение ЧС, в связи с чем пожарные расчеты получают особые инструкции по тушению пожаров и спасению людей в высотных зданиях. Работы по спасанию проводятся быстро, но с соблюдением предосторожностей, чтобы не были причинены повреждения и травмы спасаемым людям.

В данном разделе составлена процедура медосмотров, в соответствии с нормативными требованиями.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

В процессе характеристики экологической безопасности высотного здания, необходимо идентифицировать экологические аспекты, которые контролируются в здании и на которые можно повлиять в процессе строительства и эксплуатации. Изменения окружающей среды отрицательного или положительного характера, полностью или частично являющиеся следствием экологических аспектов, называют воздействиями на окружающую среду.

Среди негативных воздействий выделим:

- загрязнение воздуха;
- истощение природных ресурсов.

Среди положительных воздействий:

- улучшение качества воды;
- сохранение почвенного покрова и плодородного слоя почвы.

Взаимосвязь между экологическими аспектами и связанными с ними воздействиями носит причинно-следственный характер.

Основным экологическим аспектом высотного здания, как объекта строительства и интенсивной эксплуатации человеком, является повышенное энергопотребление – на обслуживание систем водоснабжения, электроэнергии, вентиляции требуется повышенное количество ресурсов.

«Другим аспектом выступает тень, которую высотные здания бросают на соседние здания, улицы, парки и открытые пространства, тем самым уменьшая доступ к естественному свету. Аффекты этой тени изменяются в разном климате. Например, в зоне жаркого климата затенение многих городских пространств в течение длительного периода времени следует считать полезным для повседневной деятельности человека. С другой стороны, при проектировании высоких зданий в холодном климате это приводит к отсутствию какого-то ни было тепла» [4].

Также, вентиляция является одним из экологических аспектов, идентифицируемых при оценке влияния высотных зданий на окружающую среду. Урбанизация городов усложняет экологическую обстановку – здания блокируют потоки ветра, приходящего с открытых природных пространств, предотвращая естественную вентиляцию». [2]

«Еще одной проблемой представляется генерация большого объема отходов, увеличивающегося пропорционально количеству жильцов. В среднем, на одну квартиру приходится около одной тонны отходов в год. В то время как это количество не отличается от малоэтажного жилого дома, метод сбора отходов в высотных зданиях отличается своей усложненностью и массовостью» [4].

Таким образом, высотные здания могут отрицательно воздействовать на окружающую среду. Это влияние сказывается как на качестве городского воздуха, так и на количестве производимых материалов и отходов.

Все вышеперечисленные экологические аспекты внесем в таблицу 5.

Таблица 5 – Идентификация экологических аспектов

Экологический аспект	Характеристика аспекта
Энергопотребление	На обслуживание и обеспечение систем водоснабжения, электроэнергии, вентиляции требуется повышенное количество ресурсов
Ограничение доступа к естественному освещению	Доступ ограничивает тень, бросаема́я высотными зданиями на соседние улицы и здания
Вентиляция и кондиционирование воздуха	Здания блокируют потоки ветра, приходящего с открытых природных пространств, предотвращая естественную вентиляцию
Избыток тепловой массы	Из-за массивности городских районов, состоящих из теплоизоляционных материалов, таких как асфальт, бетон, сталь, кирпич и непроницаемые поверхности земли и крыши, которые в совокупности выступают в качестве огромной тепловой массы, происходит поглощение солнечного излучения в течение дня и разрядка в виде длинноволнового теплового излучения ночью
Бытовые отходы	Генерация большого объема отходов, увеличивающегося пропорционально количеству жильцов

Рассмотрим современные способы обеспечения естественной вентиляции здания, для исключения использования энергопотребляемой искусственной системы приточно-вытяжной вентиляции.

Одним из лучших вариантов вентиляции являются электромеханические системы принудительной подачи и вытяжки воздуха. Они применяются в современных новостройках.

Приточная установка такой системы находится в подвальном помещении или рядом со зданием. Она подает отфильтрованный и подогретый, либо охлажденный, воздух во все помещения многоквартирного дома. На крыше установлен вытяжной электровентилятор такой же мощности, как и приточный. Он удаляет загрязненную воздушную смесь из квартир через вытяжные отверстия.

Также в современных многоэтажных домах часто используются новейшие энергосберегающие технологии. Например, рекуперация – при которой из отводимого загрязненного воздуха отбирается тепло или холод и передается приточному чистому воздуху, тем самым осуществляя теплообмен в доме без затрат на него.

Схема рекуперации представлена на рисунке 7.

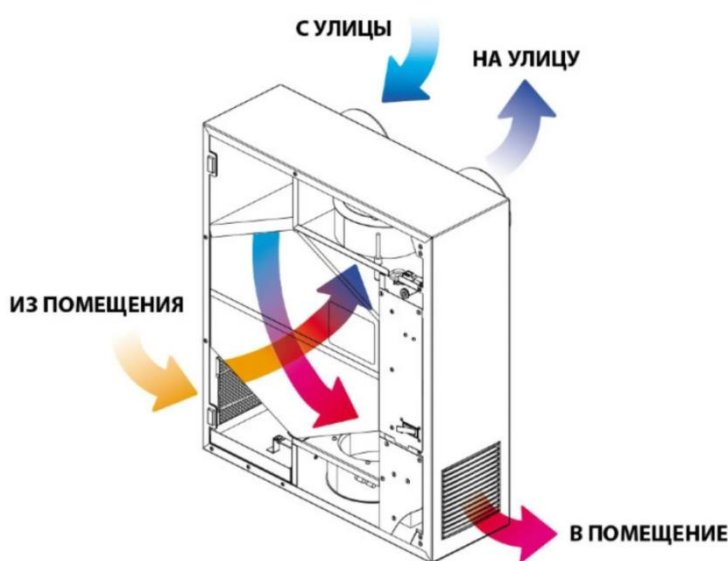


Рисунок 7 – Схема рекуперации в высотном здании

Произведем расчет системы приточно-вытяжной вентиляции воздуха в здании «Аквамарин».

«Система приточно-вытяжной вентиляции конструктивно включает в себя два независимых канала подачи и удаления воздуха, каждый из которых содержит несколько отдельных устройств, соединенных между собой воздуховодами. В доме воздух распределяется по вентиляционным каналам. По системе воздуховодов свежий воздух подается в помещения, а отработанный - удаляется. Вентиляционные каналы подключаются к центральной вентиляционной установке. Объем приточного и вытяжного воздуха регулируется скоростью вращения вентиляторов» [7].

Расход приточного воздуха для жилых помещений равен $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади, при этом, расход вентиляционного воздуха вычисляется по формуле 1:

$$L_{\text{в}} = A_{\text{ж}} \times 3 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где $L_{\text{в}}$ – расход вентиляционного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$A_{\text{ж}}$ – площадь жилого помещения (принимаем среднюю площадь квартир;

$$L_{\text{в}} = 60,0 \times 3 = 180,0 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Нормируемый расход удаляемого воздуха из помещений: для кухонь с электрической плитой $L_{\text{выт}} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$, для санузлов $L_{\text{выт}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$. Расход удаляемого воздуха из общего коридора и с лестничных клеток – $25 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздух удаляется только из кухни и санузлов, поэтому получим объем удаляемого воздуха, в среднем, из одной квартиры:

$$L_{\text{кв.}} = 60 + 50 = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Санитарная норма на человека $N_{\text{ч}}$, вычисляется $30\text{ м}^3/\text{ч}$ на человека, количество человек – количество комнат, следовательно, рассчитаем расход удаляемого воздуха из комнаты по формуле:

$$L_{\text{ком.}} = N_{\text{ч}} \times \left(3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} + 1\right) \quad (2)$$
$$L_{\text{ком.}} = 30 \times (3 + 1) = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Нормативная кратность воздухообмена в квартире должна составлять 35% от объема помещения:

$$L_{\text{кр.}} = 0,35 \times V_{\text{пом.}} \quad (3)$$

где $V_{\text{пом.}}$ - средний объем помещений.

$$L_{\text{кр.}} = 0,35 \times 143,9 = 50,37 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход за расчетный принимаем наибольший из расходов:

$$L_{\text{в}} = 180,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Распределим данный расход одинаково между всеми комнатами, где есть окна.

В помещениях вытяжка воздуха механическая, а приток естественный. Принимаем в качестве модернизации вентиляционной системы решетки вытяжной вентиляции-диффузоры ДПУ-М, приточные решетки – приточные клапаны ЕММ 5-35, устанавливаются в окнах.

«Принцип действия ЕММ 5-35 основан на изменении проходного сечения в зависимости от уровня относительной влажности воздуха в помещении. Диффузоры ДПУ-М круглой формы предназначены для подачи и удаления воздуха системами вентиляции и кондиционирования в жилых, административных, общественных и производственных помещениях» [23].

При подборе решеток для вытяжной вентиляции должно соблюдаться следующие требования:

1. Скорость на входе в вытяжную решётку не должна превышать 3 м/с;
2. Один воздухораспределитель должен обслуживать не более 36 м² площади помещения.

Вытяжные решетки устанавливаются в нижней зоне воздуховода.

«Шум от вентилятора гасится двумя канальными шумоглушителями CSA 250/600 установленными до и после вентилятора. Шумоглушители устанавливаются независимо от направления движения воздуха. Корпус шумоглушителей изготавливается из оцинкованной стали. Внутри корпуса находится слой звукопоглощающего материала из минерального волокна» [23].

На рисунке 8 представлена схема вентиляции квартиры в здании.

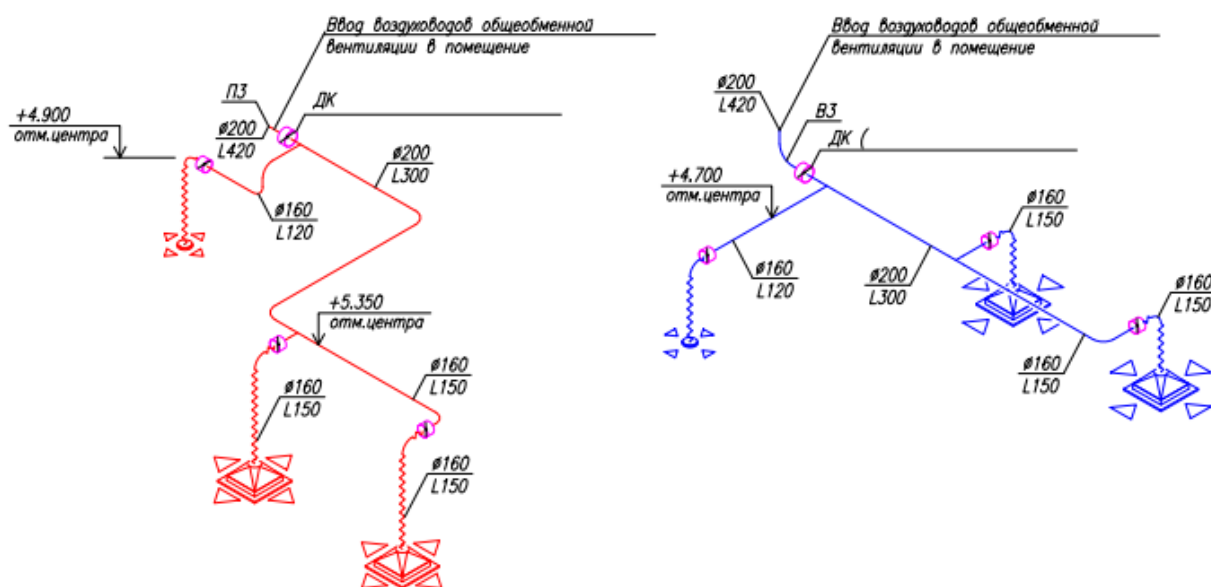


Рисунок 8 – Аксонометрическая схема вентиляции квартиры в здании

«Приведенные примеры перспективных проектов вентиляционных систем и систем кондиционирования воздушной среды здания показывают пути охраны экологии, подтверждая возможность возведения

биоклиматических высотных зданий, которые улучшат состояние и охрану окружающей среды, сохранят природные ресурсы, увеличат биологическое разнообразие защитных мероприятий за счет применения возобновляемых источников энергии, снизят эксплуатационные расходы, сократят объемы различных отходов из здания и в конечном итоге снизят отрицательное влияние на экологическую обстановку и повысят уровень комфорта проживания и пребывания в небоскребах» [7].

Выводы по разделу 5.

Повышенное энергопотребление и интенсивное использование всех возможностей высотного здания человеком является серьезной преградой на пути к экологической безопасности высотного здания. Применительно к исследуемому зданию, отмечены несовершенства системы вентиляции, которая требует большого количества ресурсов для поддержания работоспособности. В данном разделе рассмотрены современные системы вентиляции и кондиционирования, которые могут быть применены в исследуемом жилом многоэтажном комплексе в перспективе.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

«Как показывает практика, подавляющая доля (около 70 %) чрезвычайных ситуаций, приносящих наибольший материальный ущерб в жилом секторе, возникает в случаях пожара: от прямого воздействия огня; продуктов его горения; вследствие мероприятий по его ликвидации» [12].

Рассмотрим вариант организации пожарной сигнализации на объекте исследования. Многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин» расположен во Фрунзенском районе г. Владивостока в районе бухты Федорова по адресу: ул. Арсеньева, 2.

План мероприятий представим в таблице 6.

Таблица 6 – План мероприятий по внедрению рекомендуемых изменений

Наименование объекта	Наименование мероприятия	Цель применения мероприятия
Многофункциональный жилой комплекс «Аквамарин»	Установка современной пожарной сигнализации поквартирно	Обеспечение пожарной безопасности, увеличение времени эвакуации

В проекте предусмотрена установка блоков приемно-контрольных «Сигнал 20П» (8 единиц), пульта контроля и управления «С2000М», блоков индикации «С 2000-БИ» (4 единицы), релейных блоков «С2000-КПБ»-исполнения 01 (3 единицы), информатора телефонного «С 2000-ИТ», извещателей типа ИП 212-ЗСУ, ручных пожарных извещателей – ИПР-ЗСУ. В квартирах устанавливаются тепловые пожарные извещатели ИП 105-1, автономные пожарные извещатели ИП-212-50М.

Установим необходимое количество пожарных извещателей поквартирно. В соответствии с нормами пожарной безопасности, жилые здания высотой до 28 метров (включительно) оборудуются автономными

дымовыми пожарными извещателями. Расчет планируемых затрат осуществляется в соответствии с государственными элементными нормами на монтаж оборудования. В жилом доме – 230 квартир, подлежащих оборудованию автономными опτικο-электронными дымовыми пожарными извещателями ИП 105-1. Сводная смета затрат на установку пожарной сигнализации представлена в Приложении Б.

Для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий необходимо предварительно составить план финансового обеспечения и смету (таблицы 7, 8).

Таблица 7 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Установка современной пожарной сигнализации поквартирно	План мероприятий по улучшению условий труда на 2022 г.	827960,0	4 кв. 2022 г.	Главный инженер

Таблица 8 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Пожарные извещатели в квартирах	Пожарные извещатели в коридорах	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	200160,0	122400,0	322560,0
Стоимость проектирования, руб.	50000,0	50000,0	100000,0
Стоимость монтажных работ, руб.	255000,0	150400,0	405400,0
Итоговая стоимость оснащения, руб.	505160,0	322800,0	827960,0

Согласно расчетам, смета расходов на мероприятие составляет 827960,0 руб.

Далее необходимо выполнить расчеты оценки эффективности предлагаемых к реализации мероприятий. Оценку эффективности мероприятия целесообразно проводить на этапе планирования. Основным

инструментом, который поможет организации ответить на вопрос целесообразно ли проведения мероприятия и принять правильное решение, является расчет экономического эффекта.

Экономический эффект от реализации мероприятия – это конечный результат, который возникает после реализации мероприятий и приводит к улучшению безопасности в организации либо позволяет минимизировать возможный ущерб. Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежными расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_r = \Pi - Z, \quad (4)$$

где \mathcal{E}_r – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина годового ущерба, потерь организации (например, от производственного травматизма), руб.;

Π – величина полученного дохода (прибыли) от реализации мероприятия, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность - одна из характеристик качества мероприятия, которая отражает соотношение затрат и результатов внедрения с экономической точки зрения. То есть это характеристика, которая отвечает на вопрос, стоит реализовывать мероприятие или нет, повлияет ли оно позитивно на обеспечение безопасности в организации:

$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{Z} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \frac{Y}{Z}, \quad (5)$$

где \mathcal{E} – экономическая эффективность мероприятия.

Показатели, используемые для расчетов, целесообразно оформлять в виде таблицы с исходными данными, в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			Базовый вариант	Проектный вариант
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	8	10
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	1	2
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	21	42
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	1	2
Ставка рабочего	Т _{чс}	руб/час	1070	1220
Коэффициент доплат	<i>k_{допл.}</i>	%	10	15
Продолжительность рабочей смены	T	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	15	15
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		3	3
Единовременные затраты	Зед	руб.	46224	79056

Чистый экономический эффект (чистый доход) представляет собой сальдо денежного потока за расчетный период, т.е. превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами трудовых, материальных, финансовых и пр. ресурсов за расчётный период и рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (6)$$

где Э_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t-ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД, это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + \text{А}_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (7)$$

где Э_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

А_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал (от начала осуществления мероприятия), за пределами которого ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (8)$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

ЧДД_T – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

ЧДД_{T+1} – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капвложений, рассчитывается как:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}}, \quad (9)$$

где Δ_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

A_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

E – норма дисконта;

K_t – коэффициент доходности.

Если $\text{ИД} < 1$, то программа мероприятий в пределах горизонта планирования не окупается, и соответственно, проект отвергается.

Расчет ЧЭЭ, ЧДД и срока окупаемости мероприятия представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	827960	745164	670648	603583	543225
Ежегодные затраты	827960	12565	12565	8764	8764
Амортизация	82796	74516	67065	60358	54322
Эффект	910756	87081	79630	69122	63086
ЧЭЭ	82796	74516	67065	60358	54322
ЧДД с нарастающим итогом	108566	21433	19047	15264	13018
Ток	2,26	2,01	1,78	1,51	1,32
Индекс доходности	1,77				

По результатам расчетов необходимо сделать выводы об эффективности предлагаемого решения.

Выводы по разделу б.

Общая сметная стоимость приборов, материалов, оборудования, монтажных работ в жилом комплексе «Аквамарин» составила 827 960,0 руб. С учетом того, что комплекс состоит из большого числа квартир комфорт-класса, материальные потери при пожаре в комплексе будут колоссальными, поэтому необходимо заранее позаботиться о его противопожарной защите. Реализация проекта экономически выгодна.

Заключение

В результате выполнения ВКР были даны рекомендации по повышению пожарной безопасности при строительстве высотных зданий.

В первом разделе работы проанализирована нормативно-правовая база в области обеспечения пожарной безопасности. Принципиальная конструкция двойного фасада.

Во втором разделе работы изучена система обеспечения пожарной безопасности при строительстве высотных зданий. Вероятность возникновения в высотных зданиях чрезвычайных ситуаций, связанных с опасностями для жизни людей и целостностью самих конструкций зданий, весьма высокая. Чрезвычайную опасность в них представляет пожар, в связи с чем, пожарная защита в зданиях требует особого внимания. Была дана подробная характеристика исследуемого здания многофункционального жилого комплекса «Аквамарин» в г. Владивосток, конструктивные и технические решения его защиты.

В третьем разделе проводится исследование по совершенствованию системы пожарной безопасности в высотном здании. Существующая система оповещения о пожаре, установленная в жилом комплексе (в блок-секциях) не обеспечит максимально быстрое обнаружение возгорания, что может привести к выгоранию целых этажей и угрозе жизни и здоровью жильцов ЖК. В качестве системы автоматической пожарной сигнализации в проекте принято оборудование компании «Болид», установленное поквартирно для скорейшего обнаружения пожара.

В четвертом разделе даны рекомендации по охране труда, составлена процедура прохождения медосмотров. В данном разделе составлена процедура медосмотров, в соответствии с нормативными требованиями.

В пятом разделе охарактеризована охрана окружающей среды и экологической безопасности, составлена процедура на основе процессного подхода по получению разрешения на осуществление выбросов в

атмосферный воздух. Повышенное энергопотребление и интенсивное использование всех возможностей высотного здания человеком является серьезной преградой на пути к экологической безопасности высотного здания. Применительно к исследуемому зданию, отмечены несовершенства системы вентиляции, которая требует большого количества ресурсов для поддержания работоспособности. В данном разделе рассмотрены современные системы вентиляции и кондиционирования, которые могут быть применены в исследуемом жилом многоэтажном комплексе в перспективе, представлен пример системы вентиляции здания.

В шестом разделе рассчитана общая сметная стоимость приборов, материалов, оборудования, монтажных работ в жилом комплексе «Аквамарин» составила 827 960,0 руб. С учетом того, что комплекс состоит из большого числа квартир комфорт-класса, материальные потери при пожаре в комплексе будут колоссальными, поэтому необходимо заранее позаботиться о его противопожарной защите. Реализация проекта экономически выгодна.

Список используемых источников

1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. М. : Academia, 2015. 382 с.
2. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности: СП 477.1325800.2020 [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564612859>
3. Комплексное обеспечение пожарной безопасности зданий повышенной этажности [Электронный ресурс]. 2022. URL: http://www.rusnauka.com/10_NPE_2008/Stroitelstvo/29404.doc.html (дата обращения 05.03.2022)
4. Конструктивные решения высотных зданий [Электронный ресурс]. 2022. URL: <http://refleader.ru/jgemerrnaotrbeew.html> (дата обращения 05.03.2022)
5. Кяимкин В.И. Опыт обеспечения пожарной безопасности высотных и многофункциональных зданий в Москве // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений. Материалы XIX науч.-практ. конф. Ч.3. Москва: ВНИШ10. 2005. С. 31-47.
6. Михайлов Ю.М. Пожарная безопасность / Ю.М. Михайлов. М. : Альфа-Пресс, 2017. 144 с.
7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от от 30.12.2021) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 08.03.2022)
8. Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры [Электронный ресурс]. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ и Министерства

здравоохранения РФ от 31 декабря 2020 г. № 988н/1420н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564859732> (дата обращения 06.03.2022)

9. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения 03.03.2022)

10. Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций [Электронный ресурс]. Приказ МЧС РФ от 12.12.2007 г. № 645. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727796530> (дата обращения 06.03.2022)

11. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69 (ред. от 11.06.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения 08.03.2022)

12. Оптимизация системы противопожарной защиты зданий гостиниц повышенной этажности [Электронный ресурс]. 2022. URL: <http://dlib.rsl.ru/01002318321> (дата обращения 01.03.2022)

13. О признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства РФ и об отмене актов и отдельных положений актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и федерального государственного контроля (надзора) в сфере социального обслуживания» [Электронный ресурс]. Постановление Правительства РФ от 04.08.2020 № 1181. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565509593> (дата обращения 03.03.2022)

14. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]: Методические указания. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 01.02.2021).

15. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией НПБ 110-03. М. : Энергия, 2017. 602 с.

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]. СП 4.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564464507> (дата обращения 06.03.2022)

17. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс]. СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565687263> (дата обращения 06.03.2022)

18. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]. СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564872368> (дата обращения 07.03.2022)

19. Собурь С. В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С.В. Собурь. Москва: ПожКнига, 2017. 480 с.

20. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправкой). [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 08.03.2022)

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123 (ред. от 30.04.2021) URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 08.03.2022)

22. Федоров В. С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий. М. : АСВ, 2011. 176 с.

23. Хасанов И. Р. Обеспечение пожарной безопасности высотных многофункциональных комплексов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №8. 2007. С.28-32.

24. Хрисониди В. А. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре : краткий курс лекций по дисциплине для студентов для всех форм обучения для специальности 20.05.01 Пожарная безопасность; Филиал Майкопского государственного технологического университета в пос. Яблоновском. Кафедра инженерных дисциплин и таможенного дела. Яблоновский: Изд. Филиала МГТУ в пос. Яблоновском, 2016. 69 с.

Приложение А

Оперативно-тактическая характеристика многофункционального комплекса

Таблица А.1 – Оперативно-тактическая характеристика многофункционального комплекса

Размер геометрические (м) Высота (м)	Конструктивные элементы				Предел огнестойкости (час)	Кол-во входов	Характеристика лестничных клеток	Энергетическое обеспечение			Системы извещения и тушения пожара
	Стены	Перекрытие	Перегородки	Кровля				Напряжение в сети	Где и кем отключается	Отопление	
41 -этажное двухсекционное здание со встроенно-пристроенной стилобатной частью, высота выше 0,000 - 140,400, ниже 0,000 – 12,000 м размеры блок – секций 36,900 x 23,900 и 38900 x 23900, размеры стилобатной части 41100 x 75800	Наружные несущие стены монолитный железобетон 300 мм и утеплитель ROCK WOOL ВЕНТИ БАТТС Д толщиной 200 мм – жилой дом и 100 мм стилобат с облицовкой керамикой	Монолитные железобетонные безбалочные перекрытия	Межквартирные кирпичные толщиной 120 мм, андезитобазальтовые блоки –300 мм, межкомнатные - андезитобазальтовые блоки – 80 мм.	Кровля эксплуатируемая с покрытием из тротуарных плит, кровля стилобата – брусчатый камень	Степень огнестойкости особая, согласно специальным техническим условиям – несущие элементы здания – R 240; – внутренние несущие стены – EI 120; – внутренние стены лестниц – REI 240; – марши и площадки лестниц – R 60.	2 основных входа и отдельные входы в коммерческие помещения на отметке 0,000 на каждой блок - секции, стилобатная часть – 2 входа на лестничную клетку жилого дома и по 2 входа в стилобатную часть	2 незадымляемые лестничные клетки, связывающие этажи через тамбур-шлюз с подпором воздуха при пожаре	220/380 В.	ТП на отметке -15,000, ГРЩ на отметке 0,000 у основного входа в блок-секцию Дежурный электрик	Центральное водяное	СОУЭ «Тромбон» Охранно-пожарная сигнализация С-2000 Стилобатная часть здания оборудована автоматической сплинклерной установкой пожаротушения

Приложение Б

Сводная смета затрат

Таблица Б.1 – Сводная смета затрат

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Затраты, руб.	ЗП	Э.маш., руб.	З.маш.	Всего	Осн. ЗП	Э.маш., руб.	З.маш.	ед./час	Общая
Извещатель ПС автоматические дымовой, фотометрический	единица	900,00	22,24	19,42	0,30	0,00	20016,00	174780,00	70,80	0,00	1,68	396,48
Приборы ПС приемно-контрольные, пусковые	единица	8,00	153,89	141,34	3,07	0,00	1231,12	4240,02	9,22	0,00	11,70	35,10
Приборы и устройства сигнализирующие объектовые С2000	единица	8,00	80,23	71,58	3,34	0,00	641,84	710,58	3,34	0,00	5,76	5,76
Приборы ПС контроля и управления	единица	1,00	153,89	141,34	3,07	0,00	153,89	4240,02	9,22	0,00	11,70	35,10
Короба пластмассовые шириной до 40 мм	100 м	15,00	312,11	184,84	50,16	1,63	4681,65	27720,60	752,40	24,45	15,99	239,85
Провод изолированный, проложенный в лотках или коробах, до 35 кв.мм	100 м	15,00	189,70	53,14	90,12	29,66	2845,50	7970,10	1351,80	444,90	4,70	70,50
Провода двух- и трехжильный по стенам, потолкам, прокладываемый по бетонным основаниям	100 м	10,00	2722,92	393,04	192,00	0,00	27229,20	39300,40	1920,00	0,00	34,00	340,00
Извещатель ПС автоматические дымовой, фотоэлектрический в нормальном исполнении	единица	40,00	22,24	19,42	0,30	0,00	896,00	45830,12	70,80	0,00	1,68	396,48
Извещатель ПС автоматический тепловой в нормальном исполнении	единица	114,00	22,24	19,42	0,30	0,00	2535,36	45830,12	70,80	0,00	1,68	396,48
Извещатель ПС автоматический ручной в нормальном исполнении	единица	20,00	22,24	19,42	0,30	0,00	444,80	45830,12	70,80	0,00	1,68	396,48
ИТОГО затрат на монтажные работы								432080,15	26752,20	4319,96	469,35	2312,23
Основная зарплата (Ф.О.Т.)			(420670 / 165,08) x 2312,23					5895060,54				
Накладные расходы			(1 / 85 %) x 589506,54					5010800,55				
Плановая прибыль			80% x 589506,54					4716050,23				
Удорожание машин и механизмов			6,079 x (4319,96 - 469,35)					234070,85				
Удорожание материалов			6,193x(43208,15 - 26752,20 - 4319,96- 469,35)					722510,50				
ИТО ГО затрат на монтажные работы без НДС								16578510,6				
Оборудование и материалы												
Извещатель дымовой	единица	900,00	450,00					405000,00				
Прибор приемно - контрольный Сигнал-20П	единица	8,00	3200,00					25600,00				
Пульт контроля и управления "С2000М"	единица	1,00	6400,00					6400,00				
Блок индикации "С2000-БИ"	единица	4,00	4500,00					18000,00				
Релейный блок "С2000-СП1"	единица	3,00	2100					6300				
Информатор телефонный "С 2000-ИТ"	единица	1,00	4150,00					4150,00				

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Затраты, руб.	ЗП	Э.маш., руб.	З.маш.	Всего	Осн. ЗП	Э.маш., руб.	З.маш.	ед./час	Общая
Извещатель 212-ЗСУ, дымовой	единица	40,00	275,00					11000,00				
Извещатель ИПР-ЗСУ, ручной	единица	20,00	200,00					4000,00				
Извещатель ИП 105-1, тепловой	единица	114,00	245,00					27930,00				
Кабель-Канал 16x16	единица	1500,00	11,70					17550,00				
Кабель КПСЭнг-(А)-FRLS 1x2x0,5	единица	2500,00	14,36					35900,00				
Транспорт. и складские расходы 4 %								105210,00				
Итого стоимость приборов и материалов, без НДС								582872,20				
ИТОГО по смете, без НДС								17161382,8				
ИТО ГО по смете, с учетом НДС								19392362,6				