

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 «Анализ качества и эффективности систем противодымной защиты  
зданий культурно-зрелищных учреждений»

Студент

В.Н. Семендеев

(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 2021

## Аннотация

Объектом исследования является культурно-зрелищное учреждение МБУ БДК «Юбилейный», расположенное в центральной части города по адресу: Россия, Оренбургская область, г. Бугуруслан ул. Коммунистическая, д. 29А.

Ключевые слова: безопасность, вентиляция, дым, пожар, противодымная защита, профилактика.

Предмет исследования – противодымная защита культурно-зрелищного учреждения.

Цель работы – проанализировать качество и эффективность системы противодымной защиты здания культурно-зрелищного учреждения.

В процессе исследования решены следующие задачи:

- проанализированы требования пожарной безопасности к системам противодымной защиты в культурно-зрелищных учреждениях;
- проанализированы качество и эффективность системы противодымной защиты на объекте исследования;
- разработаны мероприятия по повышению эффективности противодымной защиты объекта исследования;
- дана оценка обеспечению мероприятий охраны труда, охраны окружающей среды и эффективности мер по обеспечению техносферной безопасности, в том числе выполнено технико-экономическое обоснование предлагаемых мер по совершенствованию противодымной защиты.

В будущем планируется внедрение результатов в программу социально-экономического развития учреждения в части повышения уровня его пожарной безопасности.

Выпускная квалификационная работа содержит 58 стр., 26 источников, 4 таблицы.

## Содержание

Введение.....	5
1 Требования пожарной безопасности к системам противодымной защиты зданий культурно-зрелищных учреждений.....	6
2 Анализ качества и эффективности системы противодымной защиты объекта исследования .....	15
2.1 Общие сведения об объекте.....	15
2.2 Данные о пожарной нагрузке .....	15
2.3 Противопожарное водоснабжение .....	17
2.4 Сведения о характеристиках электроснабжения, отопления и вентиляции.....	18
2.5 Вероятная обстановка при возникновении чрезвычайных ситуаций на объекте исследования .....	18
3 Разработка мероприятий по повышению эффективности противодымной защиты объекта исследования .....	22
3.1 Анализ современных технологий и систем противодымной защиты ....	22
3.2 Повышение эффективности противодымной защиты .....	28
4 Охрана труда.....	42
4.1 Система управления охраной труда на объекте .....	42
4.2 Процедура проведения инструктажа по охране труда на объекте .....	42
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	44
5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду ..	44
5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	45
5.3 Разработка документированной процедуры согласно ИСО 14000.....	45

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	47
Заключение .....	57
Список используемых источников.....	58
Приложение А План-схема на местности МБУ БДК «Юбилейный» .....	61
Приложение Б Таблица алгоритм действий персонала при возникновении пожара .....	62
Приложение В Блок-схема алгоритм действий персонала при возникновении пожара на объекте .....	63
Приложение Г Определение параметров вентиляционного оборудования для коридора .....	64
Приложение Д Определение параметров вентиляционного оборудования для зрительного зала .....	73
Приложение Е Таблица проведения документированной процедуры проведения инструктажей на объекте .....	81
Приложение Ж Диаграмма процесса «Процедура проведения инструктажей по охране труда .....	82
Приложение И Таблица проведения документированной процедуры по обращению с отходами на объекте .....	83
Приложение К Диаграмма процесса «Процедура по обращению с отходами на объекте .....	84
Приложение Л Таблица план противопожарных мероприятий на объекте ..	85
Приложение М Блок-схема плана противопожарных мероприятий на объекте .....	86

## Введение

В большинстве своем культурно-зрелищные учреждения – это объекты с массовым пребыванием людей. Прежде всего, к таким объектам следует относить учреждения, где имеются зальные помещения: театры, клубы, кинотеатры, цирки, стадионы, спортивные залы, музеи, выставки, библиотеки, исторические памятники, памятники архитектуры, зодчества и др., объекты многофункционального назначения (например, торговые центры с присутствием кинозалов, выставочных павильонов и т.д.) [13].

Учитывая, что система дымоудаления в культурно-зрелищных учреждениях является одним из важнейших элементов активной противопожарной защиты, обеспечивающей не только проведение своевременной эвакуации людей, но и эффективную работу пожарных, то целью работы является анализ качества и эффективности системы противодымной защиты в культурно-зрелищном учреждении [17].

В задачи работы входит:

- анализ требований пожарной безопасности к системам противодымной защиты в культурно-зрелищных учреждениях;
- анализ качества и эффективность системы противодымной защиты на объекте исследования;
- разработка мероприятий по повышению эффективности противодымной защиты объекта исследования;
- оценить обеспечение мероприятий охраны труда, охраны окружающей среды и эффективность обеспечения техносферной безопасности.

## **1 Требования пожарной безопасности к системам противодымной защиты зданий культурно-зрелищных учреждений**

Правильное функционирование систем противодымной защиты зданий культурно-зрелищных учреждений позволяет защитить зрителей и персонал учреждений от дыма, продуктов сгорания в течении времени необходимого для безопасной эвакуации.

«Противодымная защита зданий и сооружений – совокупность объемно-планировочных (ограничение площади дымовых зон, длины коридоров, устройство незадымляемых лестничных клеток и пр.), конструктивных (применение вентиляционных шахт в строительном исполнении с нормируемым пределом огнестойкости, стационарных противодымных экранов и пр.) и инженерных решений (применение приточно-вытяжной противодымной вентиляции, автоматических противодымных экранов, установка противопожарных нормально открытых клапанов на каналах систем общеобменной вентиляции, отключение электроприемников систем общеобменной вентиляции и пр.) здания или сооружения, направленных на блокирование и (или) ограничение распространения продуктов горения в помещения безопасных зон и по путям эвакуации людей, в т. ч. в целях создания необходимых условий пожарным подразделениям для выполнения работ по спасанию людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании или сооружении» [17 с.389].

Техническое устройство систем противодымной защиты для каждого объекта индивидуально, но, как правило, включает ряд обязательных компонентов [20], [25]:

- вентиляционное оборудование для удаления дыма и подачи воздуха с целью создания избыточного давления;
- противопожарные противодымные экраны, люки, шторы, окна, двери;

- устройства для инсоляции помещений (фрамуги, окна, фонари) с автоматическим приводом на случай пожара;
- клапана для дымоудаления;
- противопожарные дымовые, обратные и огнезадерживающие клапана, устраиваемые на различных участках систем дымоудаления;
- шахты, воздуховоды, магистральные каналы для удаления дыма;
- механизмы, приборы, аппаратура, заблокированные с другими системами пожарной автоматики.

Основные требования к системам противодымной защиты зданий и сооружений приводятся в разделе 7 СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [14] и ст.56, 85, 138 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23].

Согласно п.7.2-7.3 [14] «удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать» [14] (применительно к объектам культурно-зрелищного назначения):

- «из коридоров подвальных и цокольных этажей и многофункциональных зданий при выходах в эти коридоры из помещений с постоянным пребыванием людей» [14];
- «из коридоров и холлов зданий высотой более 28 м» [14];
- «из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м в зданиях с числом этажей два и более» [14];
- «из атриумов» [14];
- «из общих коридоров и холлов зданий с незадымляемыми лестничными клетками» [14];
- «из помещений книгохранилищ, библиотек, фондохранилищ и реставрационных мастерских музеев, архивов (а для помещений высотного стеллажного хранения - вне зависимости от наличия

постоянных рабочих мест), если эти помещения отнесены к категориям В1, В2, В3 в зданиях I-IV степени огнестойкости, а также В4, Г или Д в зданиях IV степени огнестойкости» [14];

- «из каждого помещения на этажах, сообщающихся с незадымляемыми лестничными клетками, или из каждого помещения без естественного проветривания при пожаре с высокой плотностью пребывания людей, гардеробных площадью 200 м<sup>2</sup> и более» [14].

Указанные выше требования не распространяются на:

- «коридоры и холлы, если из всех сообщающихся с ними через дверные проемы помещений предусмотрено непосредственное удаление продуктов горения» [14];
- «помещения площадью до 50 м<sup>2</sup> каждое, находящиеся на площади основного помещения, из которого предусмотрено удаление продуктов горения» [14];
- «коридоры без естественного проветривания при пожаре, если во всех помещениях, имеющих выходы в этот коридор, отсутствуют постоянные рабочие места и на выходах из этих помещений в указанный коридор установлены противопожарные двери в дымогазонепроницаемом исполнении с минимальным удельным сопротивлением дымогазопроницанию не менее  $1,96 \cdot 10$  м/кг» [14];

Основные требования к системам противодымной защиты зданий и сооружений изложены в ст.85 [23]:

- «в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных решений системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий и сооружений должны выполняться с естественным или механическим способом побуждения. Независимо от способа побуждения система приточно-вытяжной противодымной вентиляции должна иметь автоматический и дистанционный ручной привод исполнительных механизмов и устройств противодымной



вентиляции. Объемно-планировочные решения зданий и сооружений в совокупности с системой противодымной защиты должны обеспечивать предотвращение или ограничение распространения продуктов горения за пределы помещения и (или) пожарного отсека, секции для обеспечения безопасной эвакуации людей» [23];

- «использование приточной вентиляции для вытеснения продуктов горения за пределы зданий и сооружений без устройства естественной или механической вытяжной противодымной вентиляции не допускается. Не допускается устройство общих систем для защиты помещений с различными классами функциональной пожарной опасности» [23];
- «конструктивное исполнение и характеристики элементов противодымной защиты зданий и сооружений в зависимости от целей противодымной защиты должны обеспечивать исправную работу систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение всей продолжительности пожара» [23];
- «автоматический привод исполнительных механизмов и устройств систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий и сооружений должен осуществляться при срабатывании автоматических установок пожаротушения и (или) пожарной сигнализации» [23];
- «дистанционный ручной привод исполнительных механизмов и устройств систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий и сооружений должен осуществляться от пусковых элементов, расположенных у эвакуационных выходов и в помещениях пожарных постов или в помещениях диспетчерского персонала» [23];
- «при включении систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий и сооружений при пожаре должно

осуществляться обязательное отключение систем общеобменной и технологической вентиляции и кондиционирования воздуха (за исключением систем, обеспечивающих технологическую безопасность объектов)» [23];

- «одновременная работа автоматических установок аэрозольного, порошкового или газового пожаротушения и систем противодымной вентиляции в помещении пожара не допускается» [23];
- «необходимость установки систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, а также требования к составу, конструктивному исполнению, пожарно-техническим характеристикам, особенностям использования и последовательности включения элементов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий и сооружений определяются в зависимости от их функционального назначения и объемно-планировочных и конструктивных решений» [23].

Согласно ст.56 [23]:

- «система противодымной защиты здания, сооружения должна обеспечивать защиту людей на путях эвакуации и в безопасных зонах от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или всего времени развития и тушения пожара посредством удаления продуктов горения и термического разложения и (или) предотвращения их распространения» [23];
- «система противодымной защиты должна предусматривать один или несколько из следующих способов защиты:
  - 1) использование объемно-планировочных решений зданий и сооружений для борьбы с задымлением при пожаре;
  - 2) использование конструктивных решений зданий и сооружений для борьбы с задымлением при пожаре;

- 3) использование приточной противодымной вентиляции для создания избыточного давления воздуха в защищаемых помещениях, тамбур-шлюзах и на лестничных клетках;
- 4) использование устройств и средств механической и естественной вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения и термического разложения» [23].

В ст. 138 [23] приводятся обязательные условия и требования к функционированию, конструктивным особенностям отдельных элементов систем противодымной защиты:

- однозначно устанавливается необходимость изготовления воздуховодов из негорючих материалов с требуемыми пределами огнестойкости;
- указанное требование распространяется на заделки, заполнения и уплотнения проемов, отверстий;
- приводы клапанов должны иметь возможность автоматического и дистанционного запуска, а приводы занавесов, штор и экранов должны быть управляемы в ручном и автоматическом режимах;
- необходимость учета такого параметра как дымо-, газопроницаемость для противопожарных дверей.

Дополнительные требования определены пп.7.4-7.22 [14]:

- «противодымная вентиляция для защиты коридоров проектируется отдельной» [14];
- «при удалении продуктов горения из коридоров дымоприемные устройства следует размещать на шахтах под потолком коридора, но не ниже верхнего уровня дверных проемов эвакуационных выходов» [14];
- «расход продуктов горения, удаляемых вытяжной противодымной вентиляцией, следует рассчитывать в зависимости от мощности тепловыделения очага пожара, теплопотерь» [14];

- «вентиляторы для удаления продуктов горения следует размещать в отдельных помещениях с ограждающими строительными конструкциями, имеющими пределы огнестойкости не менее предела огнестойкости воздуховодов» [14];
- «для систем вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать вентиляторы в зависимости от расчетной температуры перемещаемых газов, а воздуховоды, каналы – в зависимости от пределов огнестойкости противопожарных преград, клапаны – в зависимости от функционального назначения систем дымоудаления» [14];
- «при определении расхода удаляемых продуктов горения следует учитывать подсосы воздуха через неплотности» [14];
- «при удалении продуктов горения непосредственно из помещений площадью более 3000 м<sup>2</sup> их разделяют на дымовые зоны соответствующей площади. Площадь, обслуживаемая одним дымоприемным устройством, не должна быть более 1000 м<sup>2</sup>» [14];
- «вентиляторы противодымных вытяжных систем допускается (в соответствии с техническими данными предприятий-изготовителей) размещать на кровле и снаружи зданий с ограждениями для защиты от доступа посторонних лиц» [14];
- «для противодымной защиты допускается использовать системы приточно-вытяжной общеобменной вентиляции при обеспечении требований пунктов 7.1-7.17» [14];
- «для удаления газов и дыма после пожара из помещений, защищаемых установками газового, аэрозольного или порошкового пожаротушения, следует применять системы с механическим побуждением удаления воздуха из нижней и верхней зон помещений, обеспечивающих расход газоудаления не менее четырехкратного

воздухообмена с компенсацией удаляемого объема газов и дыма приточным воздухом» [14];

- «расход наружного воздуха для приточной противодымной вентиляции следует рассчитывать при обеспечении избыточного давления более 20 Па» [14], максимальное избыточное давление принимается в зависимости от назначения обслуживаемых помещений;
- «включение оборудования противодымной вентиляции должно осуществляться автоматически (от автоматической пожарной сигнализации или автоматических установок пожаротушения) и дистанционно (с диспетчерского пульта и от кнопок, установленных у эвакуационных выходов или в пожарных шкафах)» [14].

Требования к порядку расчета изложены в Методических рекомендациях к СП 7.13130.2013 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий» [18].

При расчете системы противодымной защиты также следует учитывать требования, предъявляемые к ее отдельным узлам и частям:

- ГОСТ Р 53299-2013 [2] – технический нормативный правовой акт, определяющий требования к методам испытания на огнестойкость воздуховодов;
- ГОСТ Р 53301-2013 [3] – технический нормативный правовой акт, определяющий требования к методам испытания на огнестойкость противопожарных клапанов;
- ГОСТ Р 53302-2009 [4] – технический нормативный правовой акт, определяющий требования к методам испытания на огнестойкость вентиляторов;
- ГОСТ Р 53300-2009 [5] – технический нормативный правовой акт, определяющий методы приемо-сдаточных и периодических испытаний систем противодымной защиты.

## Вывод по разделу 1

Анализ нормативных требований пожарной безопасности к системам противодымной защиты культурно-зрелищных учреждений показал, что на сегодняшний день сложилась и продолжает совершенствоваться система правовых и технических требований, позволяющих эффективно осуществлять деятельность по проектированию и устройству системы противодымной защиты. Тем не менее, ряд вопросов по-прежнему не решен, например:

- отсутствие единых взглядов на методику проектирования и расчета систем противодымной вентиляции;
- блокирование дверей при сработке системы противодымной защиты;
- отсутствие порядка расчета параметра работоспособности систем противодымной защиты, определяющих ее временные характеристики;
- отсутствие параметров системы противодымной защиты и др.

## **2 Анализ качества и эффективности системы противодымной защиты объекта исследования**

### **2.1 Общие сведения об объекте**

Здание МБУ ДК «Юбилейный» расположено в центральной части города по адресу: г. Бугуруслан ул. Коммунистическая, д. 29А, – в 3 км от 25 пожарно-спасательной части по охране г. Бугуруслана Бугурусланского района 10 пожарно-спасательного отряда ФПС ГПС ГУ МЧС России по Оренбургской области.

Здание МБУ БДК «Юбилейный» сдано в эксплуатацию в 1971 году. Основное назначение здания – культурно-просветительское. Режим работы с 09.00-18.00. Количество персонала – 26 человек. В здании проводятся культурно– массовые, театральные, цирковые представления приезжих и местных артистов (количество людей при проведении данных мероприятий может возрасти до 500 человек), а также выставки-продажи фирм-производителей из других городов России. Непосредственно к зданию МБУ БДК «Юбилейный» с юго-западной стороны примыкает 2-х этажное здание Бугурусланского государственного драматического театра имени Н.В.Гоголя, с северо-западной стороны примыкает 2-х этажное здание Специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по вольной борьбе имени М.Р. Борова.

План- схема на местности МБУ БДК «Юбилейный» указана в Приложении А.

### **2.2 Данные о пожарной нагрузке**

Двухэтажное этажное здание МБУ БДК «Юбилейный» – Г-образное размером в плане 33×13; 24×33; 24×8 м. Фундамент – железобетонные блоки, наружные и внутренние капитальные стены кирпичные, перегородки

кирпичные, перекрытия железобетонные, кровля мягкая рубероидная на мастике в три слоя II степени огнестойкости. Имеется подвальное помещение. Высота помещений – 3,05 м. Общая площадь помещений 3519,7 м<sup>2</sup>.

На 1-м этаже расположены: административно-бытовые помещения персонала, фойе, гардероб, подсобные помещения, зрительный зал.

На 2-м этаже расположены подсобные помещения, служебные помещения.

В подвале, расположенном под зданием, проходят трубопроводы водоснабжения, канализации, отопления, Подвал разделен на две отдельные части, южная часть имеет обособленный выход непосредственно наружу и с наземными этажами не совмещается, а в северную часть вход через 1 этаж по лестничной клетке № 3.

Свойства горючего материала в зальном помещении приняты согласно [16]:

- вид применяемого горючего материала – мебель, декорации (твердый горючий материал)  $n = 3$ ;
- теплота сгорания материала принимается равной  $Q_p^H = 13,8$  МДж/кг;
- массовая скорость выгорания материала принимается равной  $\psi_0 = 0,015$  кг/(м<sup>2</sup> · с);
- потребление кислорода при горении горючего материала  $L_{O_2} = 1,03$  кг/кг;
- дымообразующая способность используемых горючих материалов  $D = 270 Hn \cdot \text{м}^2/\text{кг}$ ;
- линейная скорость распространения огня по горючей нагрузке  $V_n = 0,006$  м/с;
- удельное выделение угарного газа при сгорании материалов  $L_{CO} = 0,002$  кг/кг;



- удельное выделение углекислого газа при сгорании материалов  
 $L_{CO_2} = 0,203$  кг/кг;
- удельное выделение соляной кислоты при сгорании материалов  
 $L_{HCl} = 0,014$  кг/кг;
- коэффициент полноты горения  $\eta = 0,9$ ;
- удельное значение пожарной нагрузки – 300 МДж/м<sup>2</sup>.

### 2.3 Противопожарное водоснабжение

Внутреннее противопожарное водоснабжение МБУ БДК «Юбилейный» включает в себя:

- 8 пожарных кранов: на 1-м этаже в коридоре, в зале, в фойе – 6 шт. и 2 пожарных крана на 2-м этаже в коридоре и на лестничной клетке;
- под сценическим комплексом в помещении насосной 2 насоса-повысителя.

Характеристика источников наружного противопожарного водоснабжения представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Источники наружного противопожарного водоснабжения

№ пожарного гидранта	Вид водопроводной сети	Напор в сети, МПа	Расстояние до объекта, м	Водоотдача, л/с
ПГ №41	К-125	0,2	50	60
ПГ №42	К-125	0,2	80	60
ПГ №67	К-125	0,2	70	60

Месторасположение пожарных гидрантов:

- ПГ № 41 на перекрестке улиц Ленинградская-Коммунистическая;
- ПГ № 42 по ул. Ленинградская;
- ПГ № 67 на перекрестке улиц Коммунистическая –

Красногвардейская.

Расположение пожарных гидрантов представлено на план-схеме на местности МБУ БДК «Юбилейный» в Приложении А.

#### **2.4 Сведения о характеристиках электроснабжения, отопления и вентиляции**

Система электроснабжения на объекте представлена:

- силовое, 380 В, отключение производит в дневное время дежурный электрик, в ночное время – вахтер с электрощитовой, расположенной под сценой, полное отключение с подстанции ПАО «Ростелеком» г. Бугуруслан ул. Ленинградская 39;
- осветительная сеть, 220 В, отключение производит в дневное время дежурный электрик, в ночное время – вахтер с электрощитовой.

Отопление в МБУ БДК «Юбилейный» выполнено центральным водяным от котельной № 8, расположенной на территории ПАО «Ростелеком» г. Бугуруслан, в качестве топлива применяется природный газ.

При возникновении пожара или аварии отключение производит дежурный оператор непосредственно из котельной.

Вентиляция на объекте естественная, на сцене с левой стороны имеется люк дымоудаления с электроприводом.

#### **2.5 Вероятная обстановки при возникновении чрезвычайных ситуаций на объекте исследования**

Основными условиями и обстоятельствами, осложняющими обстановку при возникновении чрезвычайных ситуаций (пожаре) в культурно-зрелищных учреждениях, являются [12], [15], [22]:

- паника и значительное количество зрителей, вызывающие значительные затруднение при осуществлении эвакуационных мероприятий;

- скопление пожарной нагрузки, способное ускорить развитие пожара с переходом огня в зрительный зал, в чердачное помещение;
- развитая система вентиляции, наличие пустот, по которым огонь также способен интенсивно распространяться в случае пожара (очень высокий коэффициент скорости распространения пожара 7 – 414 [16]);
- быстрое задымление зальных помещений;
- электроустановки под напряжением, способные привести к поражению электрическим током, как посетителей, так и участников тушения пожара;
- обрушение подвесных и ограждающих конструкций зрительного зала.

Алгоритм действий персонала объекта при возникновении пожара выполнен в Приложении Б на рисунке Б.1. На основе таблицы выполнена блок-схема в Приложении В на рисунке В.1. Поэтажные планы эвакуации представлены в графической части работы.

Следует отметить, что пожары могут произойти в любой части культурно-зрелищных учреждений. Однако самый неблагоприятный сценарий связан с пожаром на сцене. Согласно статистическим данным примерно 65% пожаров в театрах возникает на сцене. При этом значительный объем сценической части благоприятно сказывается на распространении пожара [22].

Дым не только заполняет объем помещения, но и распространяется через неплотности в соседние. Температура достигает пределов, опасных для жизни и здоровья людей.

Выделяют несколько возможных сценариев развития пожара. При этом характер сценария определяется состоянием проемов (открыты или закрыты).

Для сценария пожара, при котором «портальный» проем оказывается перекрытым противопожарным занавесом огонь в течение нескольких минут распространяется по сгораемым конструкциям сцены, охватывая весь её

объём, что оказывается возможным, благодаря расположению горючей нагрузки и постоянно существующим воздушным потокам в объёме сцены. Скорость распространения огня по сцене может достигать 3 м/с, а вертикальная скорость развития огня может оказаться в 2 раза выше. Температура в зоне горения достигает 1100...1200°С [12].

В этом случае на противопожарный занавес оказывается существенное избыточное давление продуктами горения, которое может составлять примерно 400-600 кПа. В этих условиях металлические конструкции быстро нагреваются и поэтому через 25...30 мин после начала пожара возможно обрушение покрытия сцены [22].

При закрытом портале и открытых дымовых люках происходит подсос воздуха, который изменяет направление газовых потоков и способствует более интенсивному выгоранию пожарной нагрузки. В этом случае риск распространения пожара в зрительный зал становится существенно ниже. В случае открытых проемов (отсутствие либо неисправность противопожарного занавеса), закрытых дымовых люках продукты горения, искры, куски горящего мусора могут попасть в объём зрительного зала. В этом случае создается угроза людям, чердачному перекрытию (колосниковым решеткам). Анализ произошедших пожаров свидетельствует, что зрительный зал в таких условиях может быть заполнен продуктами сгорания примерно за полторы минуты. Продукты горения, образовавшиеся в сценической коробке, могут открывать двери, которые ведут из зрительного зала в соседние помещения, фойе. При этом двери, которые открываются в сторону сцены, невозможно открыть даже нескольким людям. В случае, когда порталый проем и дымовые люки открыты, продукты сгорания поднимаются вверх, и только незначительная часть поступает в зальное помещение. К нижней части зрительного зала, а также на сцене создается мощное разрежение, которое захлопывает двери в зрительный зал [15].

На исследуемом объекте наибольшее количество людей может находиться в зрительном зале во время демонстрации фильмов,

представлений. Эвакуация людей может производиться из зрительного зала через 2 эвакуационных выхода, расположенных с северной и южной стороны с последующим выходом на улицу.

## Вывод по разделу 2

Анализ системы противодымной защиты показал, что для рассматриваемого объекта «удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать» [14]:

- «из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м в зданиях с числом этажей два и более» [14];
- «из каждого помещения без естественного проветривания при пожаре с высокой плотностью пребывания людей» [14].

Таким образом, система дымоудаления требуется для зрительного зала и примыкающего коридора на первом этаже, так как во всех остальных случаях сформулированные требования выполняются (наличие естественного проветривания). При этом, согласно п.7.10 [14] для удаления продуктов горения при пожаре «в многоэтажных зданиях следует применять вытяжные системы с механическим побуждением» «в многоэтажных зданиях следует применять вытяжные системы с механическим побуждением» [14], что является несоответствием для рассматриваемого объекта. Кроме того, обследование объекта показало необходимость оборудования дверей эвакуационных выходов приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах.

Вытяжная противодымная вентиляция «для защиты коридора должна проектироваться отдельно от системы, предназначенной для защиты» [14] зрительного зала согласно п. 7.6 [14].

Таким образом, требуется модернизация системы дымоудаления и ее конструирование с механическим побуждением.

### **3 Разработка мероприятий по повышению эффективности противодымной защиты объекта исследования**

#### **3.1 Анализ современных технологий и систем противодымной защиты**

Одна из самых опасных ситуаций, с которыми можно столкнуться в здании, – это задымление. Хотя сами пожары часто бывают разрушительными, больше всего травм может причинить дым. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся технологии, используемые для организации противодымной защиты. Анализ выполнен на основании публикаций и нормативных требований, приведенных в литературе [2]-[8], [10], [20], [25].

##### **3.1.1 Герметизация здания**

Основным средством противодымной защиты является создание перепада давления воздуха между дымовой зоной и другими помещениями. Основная идея заключается в создании в прилегающих помещениях более высокого давления воздуха, чем в дымовой зоне. Таким образом, воздух из прилегающих зон попадает в дымовую зону и предотвращается распространение дыма по всему зданию.

##### **3.1.2 Специальные системы противодымной вентиляции и системы двойного назначения**

Системы противодымной вентиляции бывают специальными или двойного назначения. Специальная система противодымной вентиляции установлена в здании с единственной целью – обеспечение противодымной защиты. Это отдельная система предназначена для перемещения и распределения воздуха, которая не функционирует в нормальных условиях

эксплуатации зданий. Специальные системы используются для особых областей, таких как шахты лифтов и лестничные клетки, где требуются специальные методы противодымной защиты.

Системы двойного назначения – это системы, которые разделяют компоненты с некоторыми другими системами, например, такими как система автоматизации зданий, общеобменной вентиляции. При активации система меняет свой режим работы для достижения целей противодымной защиты.

### **3.1.3 Работа совместно с системами пожаротушения**

Задача систем пожаротушения – как можно быстрее локализовать пожар. Системы пожаротушения локализуют очаг возгорания, но не дым, и срабатывают автоматически из-за высокой температуры. Эти системы напрямую зависят от наличия водоснабжения, тогда как системы противодымной защиты обычно зависят от электроснабжения, необходимого для работы вентиляционного оборудования, клапанов и заслонок.

Система противодымной защиты обычно отделена от системы пожаротушения, потому что у них разные цели. Однако система пожаротушения должна быть спроектирована таким образом, чтобы работать с системой дымоудаления и не мешать ее работе. Например, если применяется спринклерная система пожаротушения, то система дымоудаления не должна иметь слишком большую производительность, чтобы не увеличить размер очага пожара за счет работы.

Более того, если сработает система дымоудаления с газовой установкой пожаротушения, необходимо предпринять определенные меры по ограничению ее работы, газовое огнетушащее вещество может быть удалено вместе с продуктами горения, что не обеспечит требуемую эффективность работы установки.

Следовательно, газовые установки пожаротушения и системы дымоудаления не должны работать одновременно в одной и той же зоне.

Системы дымоудаления получают информацию о месте возгорания от пульта управления. Специальное программное обеспечение, используя данные от датчиков дыма и тепла, определяет место возникновения пожара. В случае, если сигналы получены из более чем одной зоны задымления, система дымоудаления должна продолжить автоматическую работу в режиме, определяемом первым полученным сигналом.

### **3.1.4 Основные типы систем**

Системы дымоудаления в зданиях можно классифицировать на следующие типы: защита шахты и защита напольных поверхностей. Защита шахты состоит из систем подпора воздуха в лестничные клетки и лифтовые шахты. Защита напольных поверхностей предполагает несколько вариантов зонального контроля задымления. Использование конкретной системы или комбинации систем зависит от требований строительных норм в области пожарной безопасности, а также от конкретных требований к безопасности.

### **3.1.5 Защита лестничных клеток**

Лестничные клетки, имеющие систему противодымной защиты, изолируются от помещений здания. Подпор воздуха в лестничные клетки – наиболее распространенный тип специальной системы противодымной защиты. Сообщение между зданием и лестничной клеткой обеспечивают противопожарные двери на каждом этаже. Так как для эвакуации используются лестничные клетки, то обеспечение ее незадымляемости является жизненно необходимым фактором.

Целью герметизации лестничных клеток является поддержание приемлемой среды внутри лестничных клеток в течение времени, необходимого для того, чтобы люди могли покинуть здание. Под приемлемой средой понимается среда, в которой продукты горения, включая токсичные газы, твердые частицы и тепло, ограничены безопасными значениями. Второстепенная цель герметизации лестничной клетки – создание благоприятных условий для работы пожарных.

Существует два типа подпора воздуха в лестничные клетки:



- некомпенсированный - приточный воздух подается в лестничную клетку за счет запуска вентилятора. Это обеспечивает два или более перепада давления: один перепад при закрытых дверях, второй перепад при одной открытой дверце и т. д.
- компенсированный - приточный воздух также подается в лестничную клетку за счет запуска вентилятора, но система вентиляции регулирует положительный дифференциал в зависимости от различных комбинаций открытых и закрытых дверей. Эту регулировку можно выполнить либо путем регулирования расхода приточного воздуха, либо путем сброса избыточного давления в лестничной клетке. Обычно для сброса избыточного давления могут использоваться барометрические заслонки, заслонки с электроприводом, автоматически открывающаяся дверь лестничной клетки наружу на уровне земли или вытяжной вентилятор.

Важно создать достаточное давление, чтобы не допустить попадания дыма. Однако, если давление в лестничной клетке слишком велико, то открытие двери, ведущей в лестничную клетку, может быть затруднено.

### **3.1.6 Защита лифтовых шахт**

Лифтовые шахты представляют собой особую проблему с точки зрения дымоудаления. Шахты лифтов образуют идеальные дымоходы для втягивания дыма в верхние этажи здания. Поскольку у лифтов обычно есть отверстия на каждом этаже, а уплотнения на дверях лифтов часто плохие, шахта лифта может стать причиной распространения дыма по всему объему зданию.

Чтобы лифт был пригоден для использования во время задымления, шахты лифтов должны находиться под давлением так же, как и в лестничной клетке. Однако создание давления в шахте лифта представляет ряд проблем. Двери лифта можно оборудовать улучшенными уплотнениями и резиновыми накладками. Однако эти действия не устраняют полностью утечку воздуха.

Более того, большинство шахт лифтов не предназначены для работы под давлением. Также существуют локальные перепады давления, которые создают автомобили при движении вверх и вниз по валам. Валы часто изготавливаются из пористого материала, который не может выдерживать давление воздуха. Шахты не предназначены для осмотра после установки лифтов, поэтому поиск и ремонт трещин, которые могут обеспечить проникновение дыма или уйти под давлением, затруднены.

Несмотря на то, что было предложено и исследовано несколько методов решения проблем, связанных с повышением давления воздуха в лифтовых шахтах, четких рекомендаций относительно противодымной защиты лифтовых шахт нет.

### **3.1.7 Защита помещений**

В лестничную клетку под давлением дым может проходить через трещины в полах и перегородках, а также через другие шахты, угрожая жизни или нанося ущерб имуществу в местах, удаленных от огня. Концепция защиты помещений от задымления предназначена для ограничения задымления внутри здания.

При выделении зон задымления распространение дыма ограничивается дымовыми преградами. Эти дымовые преграды включают в себя перегородки, полы или двери, которые закрываются во время пожара. Когда пожар возникает в одной из зон, она становится зоной задымления. В случае пожара можно использовать перепады давления и воздушные потоки, создаваемые механическими вентиляторами и рабочими заслонками, для ограничения дыма в зоне, в которой возник пожар. Когда возникает пожар задымление, все недымовые зоны, прилегающие к дымовой зоне, находятся под положительным давлением, а дымовая зона - под отрицательным.

### **3.1.8 Запуск системы противодымной защиты**

Органы управления системой «отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха» [14] должны быть спроектированы или модифицированы таким образом, чтобы обеспечить режиму дымоудаления

наивысший приоритет над всеми другими режимами. Обычно последовательность управления задымлением активируется автоматически. Однако в некоторых случаях ручная активация может быть более подходящей. В любом случае система управления задымлением должна иметь возможность ручного управления и деактивации. Автоматическая система управления задымлением должна автоматически активироваться в ответ на сигналы, полученные от устройств обнаружения пожара или комбинации этих устройств. К устройствам обнаружения пожара относятся автоматические устройства, такие как пожарные извещатели, переключатели потока воды и др.. Как правило, ручные пожарные извещатели не должны использоваться для запуска автоматических систем дымоудаления, кроме систем герметизации лестничных клеток.

### **3.1.9 Время отклика**

Запуск системы дымоудаления должен начинаться сразу после получения команды на ее запуск. Максимальное время передачи команды 10 секунд с момента инициирования сигнала запуска (то есть входа пожарной опасности) до момента, когда он достигнет системы противодымной защиты. Управление дымоудалением предполагает последовательную активацию отдельных компонентов системы и начинается с момента подачи команды (автоматически или вручную) до окончательного запуска. Это время составляет 60 секунд для работы вентилятора в желаемом состоянии и 75 секунд для завершения хода заслонки. В случае отказа отдельного компонента время, прошедшее с момента достижения компонентом своего конечного состояния и момента появления соответствующего сигнала неисправности, не должно превышать 10 секунд. Это означает, что сообщение о неисправности вентилятора должно прийти в течение 70 секунд после автоматической или ручной команды включения. Извещение о неисправности заслонки должно прийти в течение 85 секунд после команды автоматического или ручного включения.

После автоматического включения системы последующие сигналы должны иметь только информационный характер. Вентиляторы или заслонки не должны приводиться в действие в ответ на любой последующий автоматический сигнал, чтобы избежать возможности нарушения любой выполняющейся последовательности дымоудаления.

Следует отметить, что системы противодымной вентиляции в Европейских стандартах предусматривают использование в 1,5–2,0 раза более мощных вентиляторов дымоудаления, чем рассчитанных по отечественным стандартам [10].

Анализ национальной нормативной базы позволяет сделать вывод о том, что основными законодательными и нормативными правовыми актами и документами в области противодымной вентиляции являются:

- Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23];
- СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [14];
- СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» [21];
- ГОСТ Р 53299-2013 «Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость» [2];
- ГОСТ Р 53301-2013 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость» [3];
- ГОСТ Р 53302-2009 «Вентиляторы. Метод испытаний на огнестойкость» [4];
- ГОСТ Р 53300-2009 «Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний» [5];
- ГОСТ Р 53303–2009 «Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на дымогазопроницаемость» [6];

- ГОСТ Р 53305-2009 «Противодымные экраны. Метод испытаний на огнестойкость» [7];
- ГОСТ Р 53296–2009 «Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности» [8].

### **3.2 Повышение эффективности противодымной защиты**

Как отмечено во втором разделе, требуется модернизация системы дымоудаления и ее конструирование с механическим побуждением.

Система дымоудаления требуется для зрительного зала и примыкающего коридора на первом этаже.

#### **3.2.1 Параметры пожарной нагрузки помещения**

Согласно приложению 1, [18] усредненные значения параметров пожарной нагрузки для зрительного зала следующие:

- удельная теплота сгорания пожарной нагрузки –  $Q_H = 13,8$  МДж/кг;
- удельная скорость потери массы пожарной нагрузкой –  $\psi_{cp} = 0,0145$  кг/(м<sup>2</sup> · с).

#### **3.2.2 Параметры помещения (по планировке и по заданным условиям)**

Задаемся следующими параметрами помещения:

- «высота помещения» [18] –  $H = 5,1$  м;
- «толщина дымового слоя из расчета  $h_{sm}$  - предельно допустимой толщины дымового слоя, при которой сохраняется свободная от задымления воздушная зона на горизонтальных путях эвакуации» [18] (не менее 20% от H) – 3 м;
- «высота незадымляемой зоны» [18] (2,5 м, но не ниже дверного проема) –  $h_{нз} = 2,1$  м;
- «температура воздуха в помещении» [18] –  $t_a = 25^\circ$  С;

- «ширина пола и потолка помещения» [18] –  $a = 15$  м;
- «длина пола и потолка помещения» [18] –  $b = 35$  м;
- «максимальный периметр горизонтального сечения дымового слоя» [18] –  $l_{sm} = 100$  м
- «эквивалентная площадь сечения дымового слоя в горизонтальной плоскости для прямоугольных помещений» [18] –  $A = 525$  м<sup>2</sup>;
- «площадь горения пожарной нагрузки –  $F_0 = 16$  м<sup>2</sup> (наличие спринклерной АУПТ)» [18];
- «средняя плотность газа в дымовом слое, образующимся в верхней части горящего помещения» [18] –  $\rho_{sm} = 0,847$  кг/м<sup>3</sup>;
- «плотность воздуха» [18] при  $T_a$  –  $\rho_a = 1185$  кг/м<sup>3</sup>.

### 3.2.3 Удаление продуктов горения непосредственно из горящего помещения

«Средняя температура дымового слоя,  $T_{sm}$ » [18] определяется согласно:

$$T_{sm} = T_a + \frac{r_k \cdot Q_k}{\alpha \cdot 2 \times h \times l_{sm} + A} \times \left( 1 - e^{-\frac{\alpha \cdot 2 \times h \times l_{sm} + A}{c_{pk} \times G_k}} \right), \quad 1)$$

$$T_{sm} = 298 + \frac{0,7 \cdot 2721,36}{0,016 \cdot 1 \times 3 \times 100 + 525} \times \left( 1 - e^{-\frac{0,016 \cdot 1 \times 3 \times 100 + 525}{1,153 \times 6,46}} \right) =$$

$$= 416,88 \text{ K},$$

«где  $T_{sm}$  – средняя температура дымового слоя, К;

$T_a$  – температура воздуха в помещении, К;

$r_k$  – коэффициент, характеризующий теплопотери на излучение (конвективное);

$Q_k$  – мощность тепловыделения очага пожара (мощность конвективной колонки), кДж;

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи дымового слоя в ограждающие конструкции, кВт/(м<sup>2</sup>×К);

$h$  – толщина образующегося дымового слоя из расчета  $h_{sm}$ - предельно допустимой толщины дымового слоя, при которой сохраняется свободная от задымления воздушная зона на горизонтальных путях эвакуации (не менее 20% от Н), м;

$l_{sm}$  – максимальный периметр горизонтального сечения дымового слоя, м;

$A$  – эквивалентная площадь сечения дымового слоя в горизонтальной плоскости, м<sup>2</sup>;

$C_{pk}$  – удельная теплоемкость газа при температуре  $T_{sm}$ , кДж/(кг×К);

$G_k$  – массовый расход в конвективной колонке, кг/с» [18].

«Температура воздуха в помещении,  $T_a$ »[18]:

$$T_a = 273 + t_a, \quad 2)$$

$$T_a = 273 + 25 = 298 \text{ K},$$

где  $t_a$  – температура воздуха в помещении, °С.

«Массовый расход в конвективной колонке для зальных помещений различного назначения (конференцзалы, зрительные, торговые, спортзалы),  $G_k$ , кг/с,» [18]:

$$G_k = 0,071 \cdot \sqrt[3]{Q_k} \cdot \sqrt[3]{(H - h)^5} + 0,0018 \cdot Q_k, \quad 3)$$

$$G_k = 0,071 \cdot \sqrt[3]{1905} \cdot \sqrt[3]{(5,1 - 3)^5} + 0,0018 \cdot 1905 = 6,46 \text{ кг/с.}$$

«Объемный расход продуктов горения в конвективной колонке,  $L_k, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ »,

[18]:

$$L_k = \frac{3600 \cdot G_k}{\rho_{sm}}, \quad 4)$$

$$L_k = \frac{3600 \cdot 6,46}{0,847} = 27464 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

«Мощность тепловыделения очага пожара (мощность конвективной колонки),  $Q_k, \text{кВт}$ », [18]:

$$Q_k = \eta \cdot Q_{НСР}^P \cdot \psi_{ср} \cdot F_0, \quad 5)$$

$$Q_k = 0,85 \cdot 13800 \cdot 0,0145 \cdot 16 = 2721,36 \text{ кВт},$$

«где  $\eta = 0,85$  – полнота сгорания (0,6-0,65[1]);

$Q_{НСР}^P$  – теплота сгорания веществ и материалов на единицу массы, кДж/кг;

$\psi_{ср}$  – средняя скорость потери массы пожарной нагрузки (удельная массовая скорость выгорания), кг/( $\text{м}^2 \cdot \text{с}$ );

$F_0$  – площадь горения пожарной нагрузки,  $\text{м}^2$ » [18].

«Коэффициент теплоотдачи дымового слоя в ограждающие конструкции,  $\alpha, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$ » [18]:

$$\alpha = 0,01163 \cdot e^{0,0023 \cdot (T_{sm} - 273)}, \quad 6)$$

$$\alpha = 0,01163 \cdot e^{0,0023 \cdot (416,9 - 273)} = 0,016 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}.$$



«Коэффициент, характеризующий теплотери на излучение (конвективное)» [18]:  $r_k = 0,7$ .

«Удельная теплоемкость газа при температуре,  $T_{sm}$ » [18]  $C_{pk}$ :

$$C_{pk} = C_{psm} = \alpha \times (1 + e^{(b-c \times T_{sm})})^{-\frac{1}{d}}, \quad (7)$$

$$C_{pk} = C_{psm} = 1,3615803 \times (1 + e^{(7,0065648 - 0,0053034712 \times 416,9)})^{-\frac{1}{20,761095}} = 0,782,$$

где  $\alpha=1,3615803$ ;  $b=7,0065648$ ;  $c=0,0053034712$ ;  $d=20,761095$  – постоянные коэффициенты.

Фактор расположения дымоприемного отверстия:  $g = 1$ .

Если центр отверстия располагается от стенки дальше, чем 2 гидравлических диаметра отверстия:  $g = 1$ .

В остальных случаях, включая расположение на стенке:  $g = 0,5$ .

«Толщина дымового слоя, замеренная от нижнего края дымоприемного отверстия,  $d$ , м» [18]:

$$d = h_{\text{клап}} - h_{\text{нз}}, \quad (8)$$

$$d = 3,5 - 2,1 = 1,4 \text{ м.}$$

«где  $h_{\text{клап}}$  – уровень нижнего края дымоприемного отверстия от пола помещения, м» [18].

«Уровень нижнего края дымоприемного отверстия от пола помещения» принят согласно [18]:

$$h_{\text{клап}} = 3,5 \text{ м.}$$

Объемный расход продуктов горения в конвективной колонке непосредственно в горящем помещении  $L_k=L_b=27464 \text{ м}^3$ .

### 3.2.4 Удаление продуктов горения из смежных с горящим помещений

Для расчета используются следующие значения параметров смежных помещений:

- площадь коридора –  $A_c = 100,9 \text{ м}^2$ ;
- длина коридора –  $l_c = 40 \text{ м}$ ;
- «площадь двери при выходе из коридора по путям эвакуации» [18]  
–  $A_d = 3,2 \text{ м}^2$ ;
- высота дверного полотна –  $H_d = 2,1 \text{ м}$ ;
- ширина дверного полотна –  $S_d = 1,5 \text{ м}$ ;
- площадь проемов –  $A = 0$ ;
- высота проемов –  $h = 0$ ;
- ширина проемов –  $s = 0$ ;
- коэффициент для общественных зданий –  $k_{sm} = 1,2$ .

«Удельная приведенная пожарная нагрузка (отнесенная к площади пола помещения),  $g_0$ , кг/м<sup>2</sup>» [18] (при отсутствии данных о точном составе материалов):

$$g_0 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{ни}^P}{F_f \times Q_{нд}^P} = \frac{M_{(кг)} \times Q_{НСР}^P}{A \times Q_{нд}^P},$$

9)

$$g_0 = \frac{95025000}{525 \times 13800} = 13,044 \text{ кг/м}^2,$$

где  $Q_{нд}^P$ -теплота сгорания древесины – 13800 кДж/кг,

$F_f = A$  – площадь пола помещения – 525 м<sup>2</sup>,

$M_{(кг)} \times Q_{НСР}^P$  – пожарная нагрузка на участке, кДж (по формуле (25)).

«Удельная приведенная пожарная нагрузка (отнесенная к площади тепловоспринимающей поверхности ограждающих строительных конструкций помещения),  $g_k$ , кг/м<sup>2</sup>» [18] определяется по формуле:

$$g_k = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{Hi}^P}{(F_f - A_0) \times Q_{нд}^P} = \frac{M_{(кг)} \times Q_{НСР}^P}{(F_f - A_0) \times Q_{нд}^P}, \quad (10)$$

$$g_k = \frac{95025000}{(1156,9 - 0) \times 13800} = 5,919 \text{ кг/м}^2,$$

где  $M$ - масса пожарной нагрузки, кг.

Площадь поверхности ограждающих строительных конструкций,  $F_f$ , м<sup>2</sup>:

$$F_f = 6 \times \sqrt[3]{V^2}, \quad (11)$$

$$F_f = 6 \times \sqrt[3]{2677,5^2} = 1156,9 \text{ м}^2.$$

где  $V$ - свободный объем помещения, м<sup>3</sup>.

Свободный объем в помещении,  $V$ , м<sup>3</sup> определяется по формуле:

$$V = A \times H = 525 \times 5,1 = 2677,5 \text{ м}^3. \quad (12)$$

Общая площадь проемов в помещении:  $A_0 = 0$ .

Пожарная нагрузка, приведенная к проемности помещения,  $g_{кр}$ , согласно порядку расчета [18]:

$$g_{kkp} = \frac{4500 \times \Pi^3}{1 + 500 \times \Pi^3} + \frac{\sqrt[3]{V}}{6 \times V_0}, \quad (13)$$

$$g_{kkp} = \frac{4500 \times 0^3}{1 + 500 \times 0^3} + \frac{\sqrt[3]{2677,5}}{6 \times 3,63} = 0,638.$$

Расчетное значение проемности,  $\Pi$ , согласно порядку расчета [18]:

$$\Pi = \frac{\sum_{i=1}^n A_{0i} \cdot \sqrt{h_{0i}}}{\sqrt[3]{V^2}}, \quad (14)$$

$$\Pi = 0,$$

где  $A_{0i}$ - площадь  $i$ -го проема,  $m^2$ ,

$h_{0i}$ - высота  $i$ -го проема,  $m$ .

Для случая, когда помещение имеет объем более  $10 m^3$  расчет выполняется по формуле [18]:

$$\Pi = \frac{\sum_{i=1}^n A_{0i} \cdot \sqrt{h_{0i}}}{A}, \quad (15)$$

$$\Pi = 0.$$

«Удельное количество воздуха,  $V_0, m^3/kg$ , необходимое для полного сгорания пожарной нагрузки помещения» [18] (при отсутствии данных о точном составе материалов):

$$V_0 = 0,263 \times \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{нд}^P}{1000}, \quad (16)$$

$$V_0 = 0,263 \times \frac{13800}{1000} = 3,63 m^3/kg.$$

Для случая, когда  $g_k < g_{kkp}$ , пожар регулируется нагрузкой (ПРН);

Для случая, когда  $g_k > g_{kkp}$ , пожар регулируется вентиляцией (ПРВ).

«Значение максимальной среднеобъемной температуры в горящем помещении при ПРН,  $T_{0max}$ , К» [18]:

$$T_{0max} = T_a + 224 \times g_k^{0,528}, \quad (17)$$

$$T_{0max} = 298 + 224 \times 5,919^{0,528} = 870,8 \text{ К},$$

где  $g_k$  – пожарная нагрузка помещения, кг/м<sup>2</sup>.

«Значение максимальной среднеобъемной температуры в горящем помещении при ПРВ,  $T_0$ , К» [18] (пожар регулируется вентиляцией):

$$T_0 = T_a + 940 \times e^{(0,0047 \cdot g_0 - 0,141)}, \quad (18)$$

$$T_0 = 298 + 940 \times e^{(0,0047 \cdot 13,044 - 0,141)} = 1166 \text{ К}.$$

«Искомое значение температуры газов, поступающих из горящего помещения в коридор» [18] (пожар регулируется вентиляцией):

$$T_0 = 0,8 \cdot T_{0max}, \quad (19)$$

$$T_0 = 0,8 \cdot 1166 = 932,8 \text{ К}.$$

Средняя температура дымового слоя в коридоре,  $T_{sm}$ , К:

$$T_{sm} = T_a + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_a) \cdot \left(2 \cdot h_{sm} + \frac{Ac}{l_c}\right)}{l_c} \times \left(1 - e^{-\frac{0,8 \times l_c}{2 \cdot h_{sm} + \frac{Ac}{l_c}}}\right), \quad (20)$$

$$T_{sm} = 298 + \frac{1,22 \cdot (696,6 - 298) \cdot \left(2 \cdot 3 + \frac{100,9}{40}\right)}{40} \times \left(1 - e^{-\frac{0,8 \times 40}{2 \cdot 3 + \frac{100,9}{40}}}\right) = 399,19 \text{ К}.$$

«Предельная толщина дымового слоя должна удовлетворять условию»  
[18] определяется по формуле:

$$0,5 \leq h_{sm}/H \leq 0,6, \quad (21)$$

$$0,5 \leq 0,59 \leq 0,6,$$

где  $H$  – высота помещения в коридоре, м.

Условие удовлетворяется.

Тогда, расход продуктов горения,  $G_{sm}$ , кг/с:

$$G_{sm} = k_{sm} \cdot A_d \cdot H_d^{0,5}, \quad (22)$$

$$G_{sm} = 1,2 \cdot 3,2 \cdot 2,1^{0,5} = 5,478 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Плотность удаляемых продуктов горения,  $\rho_{sm}$ , кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_{sm} = \frac{353}{T_{sm}}, \quad (23)$$

$$\rho_{sm} = \frac{353}{399,2} = 0,884 \text{ кг/м}^3.$$

Объемный расход продуктов горения в конвективной колонке,  $L_k$ , м<sup>3</sup>/ч,  
определяется по формуле [18]:

$$L_k = \frac{3600 \cdot G_{sm}}{\rho_{sm}}, \quad (24)$$

$$L_k = \frac{3600 \cdot 5,478}{0,884} = 22300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Удельная пожарная нагрузка на участке (принимается как для помещения категории В4):

$$g_0 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{HI}^P}{A}, \quad (25)$$

$$g_0 = 1 \div 181,$$

$$\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{HI}^P = g_0 \cdot A = 181 \cdot 525 = 95025 \text{ МДж} \Rightarrow m_{\Sigma i} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{HI}^P \times 1000}{Q_{HCP}^P} =$$

$$= 6886 \text{ кг.}$$

Объемный расход продуктов горения в конвективной колонке в смежном непосредственно с горящим  $L_k=L_B=22300\text{м}^3$ .

### 3.2.5 Определение количества дымоприемных устройств

Определение количества дымоприемных устройств произведём по методике [11].

«Расход продуктов горения через дымоприемное устройство при» [11] расчетной температуре  $T_f$ :

Для зрительного зала:

$$V_{max} = 4,16 \times \gamma \times d^{\frac{2}{5}} \times \left(\frac{T_f - T_0}{T_0}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (26)$$

$$V_{max} = 4,16 \times 0,5 \times 1,4^{\frac{2}{5}} \times \left(\frac{416,88 - 298}{298}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}},$$

«где  $\gamma = 0,5$  – коэффициент, учитывающий местоположение вытяжного устройства;

$d$  - эквивалентный гидравлический диаметр дымоприемного устройства, м;

0,5 – вертикальное размещение дымоприемного устройства» [11].

«Расстояние от границы дымового слоя до дымоприемного устройства,  $d$ , м» [11]:

$$d = h_{\text{клап}} - h_{\text{нз}} = 3,5 - 2,1 = 1,4 \text{ м.} \quad (27)$$

$T_f = T_{sm} = 416,88 \text{ K}$  – температура слоя дыма;

$T_0 = T_a = 298 \text{ K}$  – температура окружающей среды.

Количество дымоприемных устройств,  $n$ , ед.:

$$n = \frac{L_B}{V_{max}}, \quad (28)$$

$$n = \frac{27464}{1,5 \times 3600} = 5 \text{ ед.}$$

Минимальное расстояние между дымоприемными устройствами,  $L_{\min}$ , м:

$$L_{\min} = 0,9 \times V_{max}^{\frac{1}{2}}, \quad (29)$$

$$L_{\min} = 0,9 \times 1,5^{\frac{1}{2}} = 1,1 \text{ м.}$$

Для смежных с горящим помещений,  $V_{max}$ ,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ , согласно [11]:

$$V_{max} = 4,16 \times \gamma \times d^{\frac{2}{5}} \times \left( \frac{T_f - T_0}{T_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (30)$$

$$V_{max} = 4,16 \times 0,5 \times 1,4^{\frac{2}{5}} \times \left( \frac{399,19 - 298}{298} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,39 \text{ м}^3/\text{с},$$

«где  $\gamma = 0,5$  – коэффициент, учитывающий местоположение вытяжного устройства» [11].



«Расстояние от границы дымового слоя до дымоприемного устройства,  $d$ , м» [11]:

$$d = h_{\text{клап}} - h_{\text{нз}} = 3,5 - 2,1 = 1,4 \text{ м.} \quad (31)$$

$T_f = T_{sm} = 399,19 \text{ K}$  – температура слоя дыма;

$T_0 = T_a = 298 \text{ K}$  – температура окружающей среды.

Количество дымоприемных устройств,  $n$ , ед.:

$$n = \frac{L_B}{V_{max}}, \quad (32)$$
$$n = \frac{22300}{1,39 \times 3600} = 5.$$

Минимальное расстояние между дымоприемными устройствами,  $L_{\min}$ , м:

$$L_{\min} = 0,9 \times V_{max}^{\frac{1}{2}}, \quad (33)$$
$$L_{\min} = 0,9 \times 1,39^{\frac{1}{2}} = 1,1 \text{ м.}$$

Расчет определения параметров вентиляционного оборудования для коридора выполнен в Приложении Г согласно ему подобрано вентиляционное оборудование для коридора примыкающего к зрительному залу, показана совмещенная работа характеристика вентилятора и сети на рисунке Г.1 Приложения Г, выполнен анализ технической характеристики вентилятора показанный в таблице Г.1 Приложения Г.

Расчет определения параметров вентиляционного оборудования для зрительного зала выполнен в Приложении Д.

### Вывод по разделу 3

В результате работы над разделом проанализировано состояние дел в области проектирования и устройства систем противодымной защиты в Российской Федерации.

Предложена система противодымной защиты с механическим побуждением. Выполнен расчет системы противодымной защиты, определено количество и тип дымоприемных устройств для зрительного зала и примыкающего коридора, назначены конструктивные характеристики элементов механической вентиляции, определены типы дымовых вентиляторов. Для обеспечения дымоудаления в зрительном зале и примыкающем коридоре установить по пять дымозаборных клапанов КПК-1 размерами 800×500 мм с проходным сечением 0,4 м<sup>2</sup>, дымовые шахты выполнить раздельными из листовой стали размерами 800×600 мм. Для дымоудаления из коридора предлагается вентилятор VKDV 900-600-7.5/970, а для зрительного зала – VKDV 1100-600-30/970.

## **4 Охрана труда**

### **4.1 Система управления охраной труда на объекте**

Система управления охраной труда включает в себя взаимоувязанные локальные нормативные документы, определяющие структуру системы управления охраной труда, обязанности каждого подразделения и должностных лиц, процессы по обеспечению охраны труда, необходимые производственные связи между подразделениями, благодаря которым обеспечивается функционирование всей организационной структуры.

Система управления охраной труда в учреждении имеет трехуровневую структуру.

На первом уровне управление осуществляется работодателем, на втором уровне – ответственным за организацию работы по охране труда, на третьем – комиссией по охране труда.

Организация работы по охране труда определена должностными инструкциями, правилами внутреннего распорядка, Уставом МБУ БДК «Юбилейный».

Установленные в документах системы управления охраной труда порядок проведения работ, управленческие функции и процессы по обеспечению охраны труда в их взаимодействии позволяют выполнять, а в дальнейшем и оценивать результаты, если необходимо провести сертификацию системы управления охраной труда.

### **4.2 Процедура проведения инструктажей по охране труда на объекте**

Инструктаж по охране труда в МБУ БДК «Юбилейный» согласно ГОСТ 12.0.004-2015 [9] бывает:

- «вводный инструктаж;

- первичный и повторный на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж ;
- целевой инструктаж» [9].

Для принимаемых на работу лиц работодатель (или уполномоченное лицо) проводит вводный инструктаж.

Вводный инструктаж проводится по программе, разработанной на основании законодательных и актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности МБУ БДК «Юбилейный».

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый проводит непосредственный руководитель подразделения, целевой проводит непосредственный руководитель работ, который прошел курс обучения по охране труда и соответствующую проверку знаний.

«Проведение инструктажа по охране труда завершается устной проверкой инструктирующим лицом степени усвоения содержания инструктажа инструктируемым лицом» [9].

В Приложении Е в таблице Е.1 представлена процедура проведения инструктажей, на основе таблицы Е.1 выполнена диаграмма документированной процедуры проведения инструктажей по охране труда указанная в Приложении Ж на рисунке Ж.1.

#### Вывод по разделу 4

В результате работы над разделом проанализирована система управления охраной труда на МБУ БДК «Юбилейный», в частности, изучены локальные нормативные правовые акты в данной области, журналы, акты, протоколы. Изучен порядок организации и проведения мероприятий по охране труда, в частности, порядок проведения инструктажей.

Предложена процедура проведения инструктажей по охране труда.

## **5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

### **5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду**

В процессе хозяйственной деятельности МБУ БДК «Юбилейный» образуются отходы образующиеся при уборки территории, уходом за оборудованием, в процессе ремонта и содержания здания.

Перечень образующихся отходов в МБУ БДК «Юбилейный»:

- ртутные, светодиодные, люминесцентные лампы отработанные и брак;
- отходы деревянной мебели;
- отходы офисной техники (картриджи);
- декорации из ткани пришедшие в негодность;
- отходы из бумаги, картона;
- отходы образовавшиеся при уборке помещений и территории;
- сценические и театральные костюмы пришедшие в негодность;
- пищевые отходы буфета;
- канцелярские товары;
- отходы печатной продукции черно-белая печать;
- танцевальная и сценическая обувь пришедшая в негодность;
- битое стекло, пластик;

На исследуемом объекте образуются отходы I, IV, V классов опасности. Утилизацию ртутьсодержащих ламп производит МУП МО г. Бугуруслан «Спецавтохозяйство». На территории МБУ БДК «Юбилейный» оборудована асфальтированная площадка для сбора твердых коммунальных отходов, на которой установлены металлические мусорные контейнеры оборудованные крышками объемом 0,8 м<sup>3</sup> для накопления отходов.

По мере накопления отходов не реже 1 раза в неделю, осуществляется вывоз на основании договора с подрядной организацией на специальный полигон для захоронения отходов.

## **5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду**

Для снижения антропогенного воздействия отходов на окружающую среду при их сборе и хранении необходимо:

- назначить приказом руководителя лиц ответственных за обращение с отходами;
- организовать содержание площадки для сбора, временного хранения, накопления твердых коммунальных отходов согласно действующему законодательству и действующих санитарных норм и правил;
- контролировать назначенными лицами нормы накопления отходов на площадке для сбора мусора для своевременного вывоза на захоронения на полигон;
- соблюдать периодичность вывоза твердых коммунальных отходов.

## **5.3 Разработка документированной процедуры согласно ИСО 14000**

В МБУ БДК «Юбилейный» функционирует система экологического менеджмента. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду предлагается разработать документированную процедуру по обращению отходами на объекте. Данная процедура представлена в Приложение И в таблице И.1.

Диаграмма процесса «Обращения с отходами на объекте» выполнена в Приложении К на рисунке К.1.

## Вывод по разделу 5

В данном разделе были рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и экологической безопасности при обращении с отходами на объекте исследования МБУ БДК «Юбилейный».

В учреждении разработана инструкция по обращению с отходами. Назначено лицо ответственное за обращение с отходами, осуществляющие ведение документации по данному направлению.

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду необходимо организовать содержание площадки для временного сбора, хранения и накопления отходов. Следить за своевременным вывозом твердых коммунальных отходов подрядной организацией на полигон твердых бытовых отходов для захоронения.

Для повышения эффективности сбора отходов разработана документированная процедура согласно ИСО 14000 по обращению с отходами для объекта исследования.

## 6 Оценка эффективности мероприятий по техносферной безопасности

План противопожарных мероприятий для объекта исследования МБУ БДК «Юбилейный» представлен в Приложении Л таблице Л.1. Также выполнена блок-схема плана противопожарных мероприятий на объекте в Приложении М на рисунке М.1.

Выполним технико-экономическое обоснование предлагаемых противопожарных решений.

Исходные данные представлены в таблице 3 (для сравнения принят базовый, существующий, вариант и предлагаемый к внедрению).

Таблица 3 – Данные для технико-экономического обоснования

Наименование показателя	Ед. измер.	Обозн.	Значение показателя	
			Относительно действующей системы дымоудаления	Модернизация системы дымоудаления
«Площадь объекта» [24]	м <sup>2</sup>	$F$	3519,7	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [24]	руб/м <sup>2</sup>	$C_T$	35500	
«Стоимость поврежденных частей здания» [24]	руб/м <sup>2</sup>	$C_K$	75500	
«Вероятность возникновения пожара» [24]	1/м <sup>2</sup> в год	$J$	$5 \times 10^{-6}$ в год	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [24]	м <sup>2</sup>	$F_{\text{пож}}$	4	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [24]	м <sup>2</sup>	$F_{\text{пож}}^*$	60	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [24]	м <sup>2</sup>	$F_{\text{пож}}''$	366,2	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [24]	-	$p_1$	0,85	
«Норма текущего ремонта» [24]	%	$H_{\text{т.р.}}$	10	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [24]	-	$p_2$	0,5	0,75



Продолжение таблицы 3

Наименование показателя	Ед. измер.	Обозн.	Значение показателя	
			Относительно действующей системы дымоудаления	Модернизация системы дымоудаления
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [24]	-	$p_3$	0,86	0,95
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [24]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [24]	-	к	0,9	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [24]	м/мин	$V_d$	0,36	
«Время свободного горения» [24]	мин	$V_{свг}$	30	
«Стоимость автоматических устройств тушения пожара» [24]	руб.	К	525000	540000
«Норма амортизационных отчислений» [24]	%	$H_a$	10	10
«Численность работников обслуживающего персонала» [24]	чел.	Ч	1	1
«Зарботная плата 1 работника» [24]	руб/мес	ЗПЛ	25000	25000
«Суммарный годовой расход огнетушащего вещества» [24]	т	$W$	-	-
«Оптовая цена огнетушащего вещества» [24]	руб/т	Ц	-	-
«Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов» [24]	-	$k_{тзср}$	-	-
«Норма дисконта» [24]		НД	0,1	
«Период реализации мероприятия» [24]	лет	Т	10	10

«Математическое ожидание годовых потерь при тушении пожара первичными средствами пожаротушения,  $M(\Pi_1)$ , руб» [24] по формуле:

$$\langle M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \rangle [24], \quad (34)$$

$$M(\Pi_1) = 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot 35500 \cdot 4 \cdot (1 + 0,9) \cdot 0,85 = 4035,9 \text{ руб,}$$

«где  $J$  – вероятность возникновения пожара,  $1/\text{м}^2$  в год;

$F$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>;

$C_m$  – удельная стоимость оборудования, руб/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{пож}}$  – площадь тушения первичными средствами, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий не прямые потери;

$p_1$  – вероятность тушения первичными средствами» [24].

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными пожаротушения,  $M(P_2)$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\begin{aligned} \langle M(P_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - \\ - p_1) \cdot p_2 \rangle [24]. \end{aligned} \quad (35)$$

По первому варианту:

$$\begin{aligned} M(P_2) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot (35500 \cdot 91,6 + 75500) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,9) \cdot \\ \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,5 = 4339 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Для действующей системы дымоудаления:

$$\begin{aligned} M(P_2) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot (35500 \cdot 91,6 + 75500) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,9) \cdot \\ \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,75 = 6508 \text{ руб,} \end{aligned}$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

$C_K$  – стоимость поврежденных частей здания, руб/м<sup>2</sup>;

$F'_{\text{пож}}$  – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [24].

«Площадь тушения привозными средствами,  $F'_{\text{пож}}, \text{м}^2$ » [24] определим по формуле:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (\vartheta_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2, \quad (36)$$
$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (0,36 \cdot 15)^2 = 91,6 \text{ м}^2,$$

«где  $\vartheta_{\text{л}}$  – линейная скорость горения, м/мин;  
 $B_{\text{св}}$  – время развития пожара, мин» [24].

«Математическое ожидание потерь при отказе средств пожаротушения,  $M(\Pi_3)$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\langle M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_{\text{Т}} \cdot F''_{\text{пож}} + C_{\text{К}}) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \rangle [24]. \quad (37)$$

По первому варианту:

$$M(\Pi_3) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot (35500 \cdot 366,2 + 75500) \cdot (1 + 0,9) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,5] = 32791 \text{ м}^2.$$

Для действующей системы дымоудаления:

$$M(\Pi_3) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot (35500 \cdot 366,2 + 75500) \cdot (1 + 0,9) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,75] = 16395 \text{ м}^2,$$

«где  $F''_{\text{пож}}$  – площадь пожара в случае отказа средств пожаротушения,  $\text{м}^2$ », значение принято согласно методики [24]:

$$F''_{\text{пож}} = 3,14 \times (0,36 \cdot 30)^2 = 366,2 \text{ м}^2.$$

«Математическое ожидание потерь при тушении установками пожаротушения,  $M(P_4)$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\langle M(P_4) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \rangle [24]. \quad (38)$$

Для действующей системы дымоудаления:

$$\begin{aligned} M(P_4) &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot 35500 \cdot 60 \cdot (1 + 0,9) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,86 = \\ &= 9188 \text{ руб.} \end{aligned}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$\begin{aligned} M(P_4) &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3519,7 \cdot 35500 \cdot 60 \cdot (1 + 0,9) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,95 = \\ &= 10149 \text{ руб.} \end{aligned}$$

«Математическое ожидание потерь от пожара за год,  $M(P)$ , руб», [24] определим по формуле согласно:

$$M(P) = M(P_1) + M(P_2) + M(P_3) + M(P_4). \quad (39)$$

Для действующей системы дымоудаления:

$$M(P1) = 4036 + 4339 + 32791 + 9188 = 50354 \text{ руб.}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$M(P2) = 4036 + 6508 + 16395 + 10149 = 37088 \text{ руб.}$$

«где  $F_{\text{пож}}^*$  – площадь пожара при тушении пожарной автоматикой,  $\text{м}^2$ ;  
 $p_3$  – вероятность тушения пожарной автоматикой» [24].

«Эксплуатационные расходы,  $P$ , руб, на содержание системы противопожарной защиты» [24] определяется по формуле:

$$P = A + C. \quad (40)$$

Для действующей системы дымоудаления:

$$P(1) = 52500 + 352500 = 405000 \text{ руб.}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$P(2) = 54000 + 327000 = 381000 \text{ руб,}$$

«где  $A$  – затраты на амортизацию, руб./год;

$C$  – текущие затраты (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [24].

«Текущие затраты определяются,  $C$ , руб» [24] определяются по формуле:

$$\langle C = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \rangle [24]. \quad (41)$$

«где  $C_{\text{т.р.}}$  – затраты на ремонт;

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда;

$C_{\text{о.в.}}$  – затраты на огнетушащее вещество» [24].

Для действующей системы дымоудаления.:

$$C(1) = 52500 + 300000 + 0 = 352500 \text{ руб.}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$C(2) = 27000 + 300000 + 0 = 327000 \text{ руб.}$$

«Затраты на текущий ремонт,  $C_{т.р.}$ , руб» [24] определяются по формуле:

$$\langle C_{т.р.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \rangle [24]. \quad (42)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на пожарную автоматику, руб.;

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %» [24].

Для действующей системы дымоудаления:

$$C_{т.р.} = \frac{525000 \cdot 10}{100\%} = 52500 \text{ руб.}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$C_{т.р.} = \frac{540000 \cdot 5}{100\%} = 27000 \text{ руб.}$$

«Затраты на оплату труда,  $C_{с.о.п.}$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\langle C_{с.о.п.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \rangle [26]. \quad (43)$$

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot 1 \cdot 25000 = 300000 \text{ руб.}$$

«где  $Ч$  – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./мес» [24].

«Затраты на приобретение огнетушащего вещества,  $C_{о.в.}$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\langle C_{о.в.} = W \cdot Ц \cdot k_{т.з.с.р.} \rangle [24], \quad (44)$$

«По первому и второму вариантам:  $C_{o.v.} = 0$ » [24].

«где  $W$  – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$C$  – цена огнетушащего вещества, руб./т;

$k_{т.з.с.р.}$  – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов» [24].

«Затраты на амортизацию,  $A$ , руб» [24] определим по формуле:

$$\langle A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \rangle [24]. \quad (45)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на автоматическую установку, руб.;

$H_a$  – норма амортизации, %» [24].

Для действующей системы дымоудаления:

$$A = \frac{525000 \cdot 10}{100\%} = 52500 \text{ руб.}$$

При модернизации системы дымоудаления:

$$A = \frac{540000 \cdot 10}{100\%} = 54000 \text{ руб.}$$

«Значение чистого дисконтированного потока доходов,  $I_t$ , руб» [24] определяется по формуле:

$$\langle I_t = ([M(\text{П1}) - M(\text{П2}) - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+\text{НД})^t} - (K_2 - K_1)] \rangle, [24] \quad (46)$$

«где  $M(\text{П1})$ ,  $M(\text{П2})$  – расчетные годовые материальные потери в первом и втором вариантах, руб/год;

$P_1, P_2$  – эксплуатационные расходы по первому и второму вариантам в  $t$ -м году, руб./год;

$t$  – год затрат;

НД – постоянная норма дисконта;

$K_1, K_2$  – капитальные вложения на противопожарные мероприятия в базовом и планируемом вариантах, руб» [24].

«Интегральный экономический эффект определяется» [24] по таблице 4 по формуле:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t \quad (47)$$

«где  $T$  – продолжительность расчетного периода;

$И_t$  – чистый дисконтированный поток доходов на  $t$ -году проекта» [24].

Таблица 4 – Денежные потоки

Год реализации проекта, T	М(П1) – М(П2)	$P_2 - P_1$	$\frac{1}{(1 + \text{НД})^t}$	$\frac{М(П1) - М(П2) - [P_2 - P_1]}{(1 + \text{НД})^t}$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов (И)
1	13266	24000	0,909	33878	15000	18878
2	13266	24000	0,826	30798	0	30782
3	13266	24000	0,751	27998	0	27987
4	13266	24000	0,683	25453	0	25453
5	13266	24000	0,620	23139	0	23105
6	13266	24000	0,564	21035	0	21018
7	13266	24000	0,513	19123	0	19118
8	13266	24000	0,466	17384	0	17366
9	13266	24000	0,424	15804	0	15801
10	13266	24000	0,385	14367	0	14347
Итого						213855

Система противодымной защита зданий достаточно дорогой комплекс противопожарных инженерно-технических решений, однако, использование



его в обеспечении противопожарной защиты зданий позволяет повысить защищенность людей при возникновении пожара и вовремя их эвакуации.

#### Вывод по разделу 6

В разделе оценка мероприятий по техносферной безопасности предложен план противопожарных мероприятий, разработана блок-схема плана противопожарных мероприятий на исследуемом объекте. Выполнено обоснование противопожарных мероприятий для МБУ БДК «Юбилейный». Для сравнения был принят существующий и предлагаемый к внедрению вариант.

Проведен расчет математических ожиданий при тушении пожара первичными средствами пожаротушения, экономический эффект от внедрения системы дымоудаления составит при 10 летнем сроке составит 213855 руб.

Модернизация системы дымоудаления повысит защищенность исследуемого объекта при пожаре.

## Заключение

Противопожарная защита культурно-зрелищных учреждений осуществляется через систему реализуемых противопожарных требований. При этом особое внимание уделяется вопросам организации противодымной защиты.

В первом разделе выполнен анализ требований пожарной безопасности к системам противодымной защиты в культурно-зрелищных учреждениях.

Во втором разделе проведен анализ качества и эффективности системы противодымной защиты объекта исследования, приведены данные об объекте исследования, противопожарном водоснабжении, данные о пожарной нагрузке, сведения о характеристиках электроснабжения, отопления, вентиляции, рассмотрена вероятная обстановка на случай возникновения чрезвычайной ситуации на объекте. Составлен алгоритм действий персонала при возникновении пожара, выполнена блок-схема.

В третьем разделе разработаны мероприятия по повышению эффективности противодымной защиты объекта. На основании проведения анализа и изученной методики проектирования спроектирована система противодымной защиты с механическим побуждением для зрительного зала и примыкающего коридора.

В четвертом разделе рассмотрена система управления охраной труда на объекте. Выполнена документированная процедура проведения инструктажей.

В пятом разделе проведена оценка негативного воздействия на окружающую среду. Рассмотрены принципы, методы и средства снижения негативного воздействия на окружающую среду. Разработана документированная процедура по обращению с отходами на объекте.

В шестом разделе проведены расчет математических ожиданий при тушении пожара первичными средствами пожаротушения. Определен экономический эффект от внедрения системы дымоудаления – 213855 руб.

## Список используемых источников

1. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С., Шевляков А.Н. Термогазодинамика пожаров в помещениях. –М.: Стройиздат, - 448 с.
2. ГОСТ Р 53299-2013 Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107793> (дата обращения: 24.05.2021).
3. ГОСТ Р 53301-2013 Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107794> (дата обращения: 24.05.2021).
4. ГОСТ Р 53302-2009 Вентиляторы. Метод испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071865> (дата обращения: 25.05.2021).
5. ГОСТ Р 53300-2009 Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071862> (дата обращения: 25.05.2021).
6. ГОСТ Р 53303–2009 Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на дымогазопроницаемость [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071863> (дата обращения: 21.06.2021).
7. ГОСТ Р 53305-2009 Противодымные экраны. Метод испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071868> (дата обращения: 21.06.2021).
8. ГОСТ Р 53296–2009 Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071914> (дата обращения: 21.06.2021).
9. ГОСТ 12.0.004-2015 Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 03.07.2021).

10. Где здания безопаснее: в России или на Западе? [Электронный ресурс]: URL: <https://www.proektant.ru/articles/stroitelstvo/254654.html> (дата обращения: 22.06.2021).

11. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 477.1325800.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/564612859> (дата обращения: 26.06.2021).

12. Кимстач И. Ф., Девлишев П. П., Евтюшкин Н. М. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1984. 590 с.

13. Насыров Р. Р. Шидловский Г. Л. Повышение противопожарной защиты в культурно-зрелищных учреждениях // Наука, образование и культура, 2020. № 10(54). – С. 7–13.

14. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 7.13130.2013 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833> (дата обращения: 20.05.2021).

15. Повзик Я. С., Теремнов В. В., Некрасов В. Б. Пожарная тактика в примерах. – М.: Стройиздат, 1991. 305 с.

16. Пожарная нагрузка. Справочник : СИТИС-СПН-1. Строительные Информационные Технологии и Системы, 2014. – 53 с

17. Противодымная защита зданий и сооружений // Пожарная безопасность : энциклопедия / Всеросс. науч.-исследоват. ин-т противопожарной обороны. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : ВНИИПО, 2019 – 603 с.

18. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий [Электронный ресурс]: Методические рекомендации к СП 7.13130.2013 URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293776/4293776355.htm> (дата обращения 21.05.2021).

19. Рекомендации по противодымной защите при пожаре (к СНиП 2.04.05-91\*) [Электронный ресурс]: МДС 41-1.99 <https://files.stroyinf.ru/Data1/8/8114/#i28159> (дата обращения: 23.05.2021).

20. Системы противодымной защиты: устройство, требования, принцип работы [Электронный ресурс]: URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/sistemyi-protivodyimnoy-zashhityi-ustroystvo-trebovaniya-printsip-raboty/> (дата обращения: 25.06.2021).

21. Строительная климатология [Электронный ресурс]: СП 131.13330.2020 URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения: 20.06.2021).

22. Терещин В. В., Артемьев Н. С., Думилив А. И. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 1: Жилые и общественные здания и сооружения. – М.: Пожнаука, 2006. 314 с.

23. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 20.05.2021).

24. Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) / Фрезе Т.Ю. – Тольятти: ТГУ, 2019. – 60 с.

25. Fundamentals of Smoke Control [Электронный ресурс]: URL: <https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/topics/show.castle?id=10753&locale=en-US&productversion=1.8> (дата обращения: 22.06.2021).

26. VENTS. Интерактивная программа подбора [Электронный ресурс]: URL: [https://vents-selector.com/ru/smoke\\_fan/](https://vents-selector.com/ru/smoke_fan/) (дата обращения: 26.06.2021).

## Приложение А

### План-схема на местности ДК «Юбилейный»

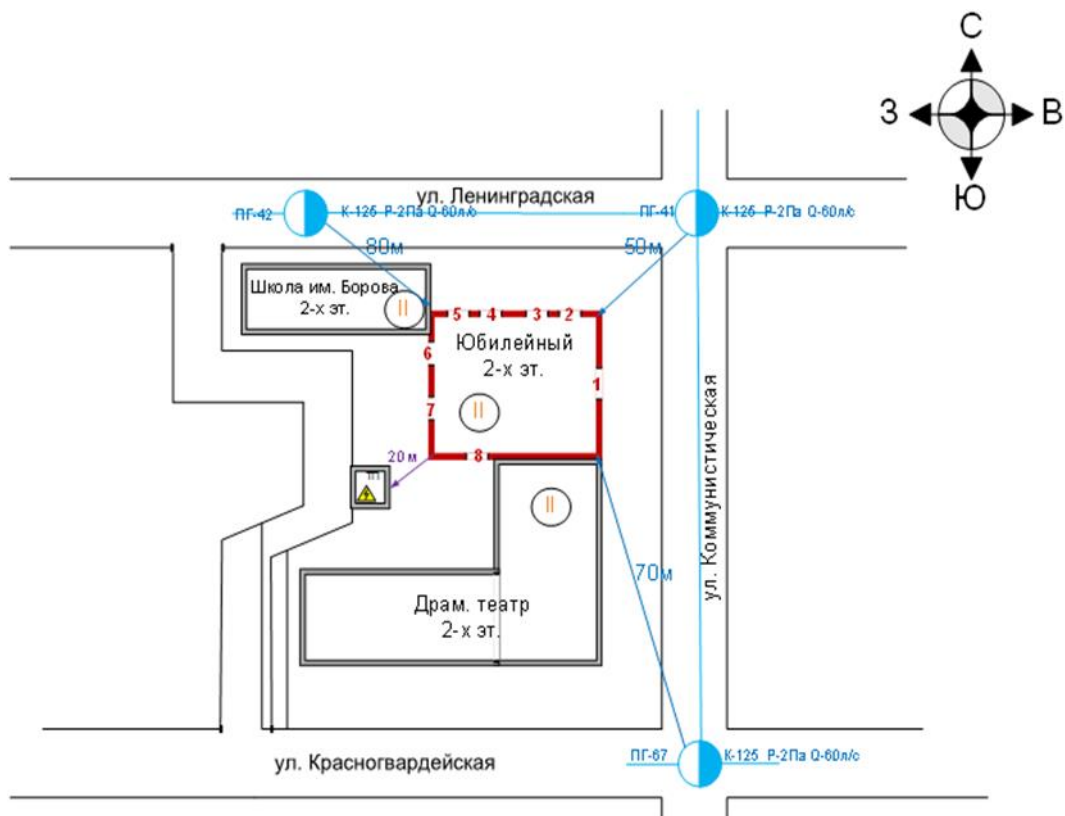


Рисунок А.1– План-схема на местности ДК «Юбилейный»

## Приложение Б

### Алгоритм действий персонала организации при пожаре

<i>Действия (процесс)</i>	<i>Исполнитель</i>	<i>Последовательность действий</i>
<i>Сообщение о пожаре</i>	<i>Первый заметивший пожар, персонал ДК</i>	<i>При обнаружении пожара или его признаков немедленно сообщить в пожарную охрану по мобильному телефону 112, с городского 101 адрес, место пожара, фамилию, телефон. Оповестить весь персонал ДК, сообщить директору.</i>
<i>Эвакуация посетителей, персонала ДК, порядок эвакуации</i>	<i>Ответственные за обеспечение пожарной безопасности</i>	<i>Все посетители, персонал должны выводиться наружу через коридоры и выходы, согласно планов эвакуации, немедленно при обнаружении пожара.</i>
<i>Эвакуация материальных ценностей</i>	<i>Обслуживающий персонал</i>	<i>Материальные ценности эвакуируются согласно составленным по помещениям спискам в соответствии с обстановкой на пожаре. Эвакуация имущества в первую очередь организуется из помещений, где произошел пожар и выносятся наиболее ценное имущество. Организовать охрану.</i>
<i>Расположение эвакуированных</i>	<i>Ответственные за обеспечение пожарной безопасности</i>	<i>В дневное время эвакуированные размещаются на прилегающей территории, в зимнее и ночное время в соседних зданиях. Необходимо провести сверку по спискам эвакуированных, в случае отсутствия человека доложить руководителю тушения пожара.</i>
<i>Отключение электроэнергии</i>	<i>Электрик</i>	<i>В случае если тушение пожара производится водой, то незамедлительно отключается электроэнергия, так же после проведения эвакуации для дальнейшей работы пожарной охраны.</i>
<i>Тушение пожара до прибытия подразделения пожарной охраны</i>	<i>Обслуживающий персонал</i>	<i>После обнаружения пожара, тушение производится немедленно, с использованием имеющихся первичных средств пожаротушения.</i>
<i>Организация встречи подразделения пожарной охраны</i>	<i>Ответственные за обеспечение пожарной безопасности</i>	<i>После прибытия подразделения пожарной охраны, предоставить информацию по эвакуации людей, об очаге пожара, о мерах принятых для ликвидации пожара.</i>

Таблица Б.1 – Алгоритм действий персонала при пожаре

## Приложение В

### Блок-схема алгоритм действий персонала при возникновении пожара на объекте

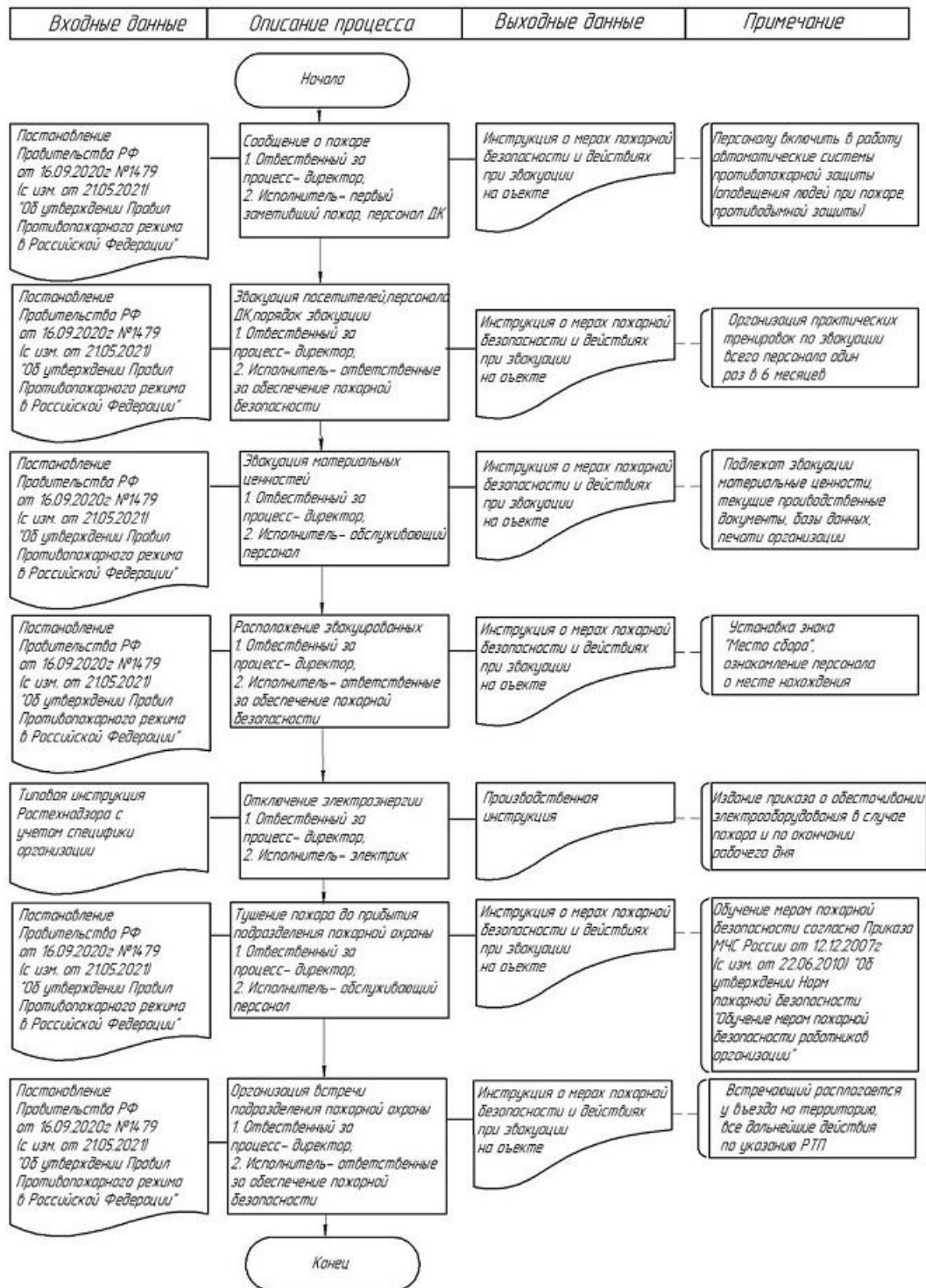


Рисунок В.1 – Блок-схема алгоритм действий персонала



## Приложение Г

### Определение параметров вентиляционного оборудования для коридора

«К установке на коридоре под потолком принимаем дымовые клапана КПК-1 размерами 800×500 мм и дымовую шахту из листовой стали размерами 800×600 мм ( $d_{\text{экв}} = 685$  мм)» [19].

«Массовую скорость дыма в клапане на первом участке (клапан открыт),  $V_{\rho}, \frac{\text{кг}}{(\text{с} \cdot \text{м}^2)}$ » [19] определим по методике [19]:

$$V_{\rho} = \frac{G_{sm}}{n \cdot A} = \frac{5,478}{5 \cdot 0,4} = 2,74 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2), \quad (\text{Г.1})$$

«где  $G_{sm}$  – расход продуктов горения, кг/с,

$n$  – число дымоприемных устройств,

$A$  – площадь сечения дымового клапана,  $\text{м}^2$ » [19].

«в шахте» [19]:

$$V_{\rho} = \frac{G_{sm}}{A} = \frac{5,478}{0,4} = 11,41 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2). \quad (\text{Г.2})$$

«Потери давления в дымовом клапане на первом этаже» [19]:

$$P_1 = \frac{(\xi_1 + \xi_2) \cdot V_{\rho}^2}{2 \cdot \rho}, \quad (\text{Г.3})$$

$$P_1 = \frac{2,5 \cdot 2,74^2}{2 \cdot 0,61} = 15,38 \text{ Па},$$

«где  $\xi_1$  – местный коэффициент сопротивления дымового клапана; с коленом  $90^\circ$  принимают равным 2,2, с коленом  $45^\circ$  – 1,32;

$\xi_2$  – местный коэффициент сопротивления в месте присоединения

дымового клапана к шахте;

$V_p$  – массовая скорость дыма в сечении дымового клапана, кг/(с·м<sup>2</sup>);

$\rho$  – плотность дыма при 300°С, 0,61 кг/м<sup>3</sup>» [19].

«Потери,  $h_{д1}$ , м на трение на первом участке шахты при  $K_c=1,0$ » [19]:

$$h_{д1} = \frac{V_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{11,41^2}{2 \cdot 0,61} = 106,71 \text{ Па.} \quad (\text{Г.4})$$

«Потери на трение и местные сопротивления,  $P_2$  Па, определяются по формуле» [19]:

$$P_2 = K_{тр} \cdot R_{тр} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{V^2 \rho}{2}, \quad (\text{Г.5})$$

$$P_2 = 10,8 \cdot 2,1 \cdot 1 \cdot (3,1 + 5,1) + 0 \cdot \frac{11,41^2}{2 \cdot 0,61} = 186,0 \text{ Па,}$$

«где  $K_{тр}$  – коэффициент, принимают равным 1,1;

$R_{тр}$  – потери давления на трение, кгс/м<sup>2</sup>;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий тип воздуховода, для стальных воздуховодов – 1,0.

$l$  – длина воздуховода, м;

$V_p$  – массовая скорость дыма в воздуховоде, кг/(с·м<sup>2</sup>);

$\rho$  – плотность дыма, кг/м<sup>3</sup>» [19].

«Величина подсоса воздуха через неплотности закрытого дымового клапана на втором этаже,  $G_{k1}$ , кг/с» [19] определим по формуле:

$$P = P_1 + P_2 = 15,38 + 186 = 201,4 \text{ Па.} \quad (\text{Г.6})$$

$$G_{k1} = 0,0112 \cdot (A \cdot P)^{0,5}, \quad (\text{Г.7})$$

$$G_{k1} = 0,0112 \cdot (0,4 \cdot 201,4)^{0,5} = 0,101 \text{ кг/с,}$$

«где  $P$  – потери давления через неплотности притворов закрытого дымового клапана, Па» [19].

«Расход газов в устье дымовой шахты через 1 закрытый дымовой клапан,  $G_{y1}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19] определим по формуле:

$$G_{y1} = G_d + G_{k1} \cdot (N - 1), \quad (\text{Г.8})$$

$$G_{y1} = 5,478 + 0,101 \cdot (2 - 1) = 5,578 \text{ кг/с,}$$

«где  $G_d, G_{k1}$  – количество дыма и расход воздуха через дымовой клапан;

$N$  – число этажей в здании» [19].

«Потери давления в дымовой шахте  $P_{y1}$ , Па определяем по формуле» [19]:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{mp} \cdot K_c \cdot H_{\text{э}} \cdot (N - 1) + 0,1 \cdot (N - 1) \cdot h_{\text{д.ср.}} + P_1 + P_2, \quad (\text{Г.9})$$

$$P_{y1} = 10,8 \cdot 2,15 \cdot 1 \cdot 3,05 \cdot (2 - 1) + 0,1 \cdot (2 - 1) \cdot 108,3 + 201,4 = 283,1 \text{ Па,}$$

«где  $R_{mp}$  – потери давления на трение, кгс/м<sup>2</sup>, при среднем скоростном давлении – 0,59 кгс/м<sup>2</sup>;

$H_{\text{э}}$  – высота этажа здания, м;

$N$  – число этажей в здании;

$h_{\text{д.ср.}}$  – среднее скоростное давление, Па» [19].

$$h_{\text{д.ср.}} = \frac{h_{\text{д.1}} + h_{\text{д.у}}}{2} = \frac{106,7 + 110,0}{2} = 108,3 \text{ Па.} \quad (\text{Г.10})$$

$$h_{\text{д.у}} = \left( \frac{G_{y1}}{0,48} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot \rho_y} = \left( \frac{5,578}{0,48} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,614} = 110,0 \text{ Па.} \quad (\text{Г.11})$$

$$\rho_y = \left( \frac{G_{y1}}{\frac{G_{sm}}{\rho_{sm}} + \frac{G_{y1} - G_{sm}}{1,2}} \right) = \left( \frac{5,578}{\frac{5,478}{0,61} + \frac{5,578 - 5,478}{1,2}} \right) = \quad (Г.12)$$

$$= 0,615 \text{ кг/м}^3 .$$

«Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод диаметром 500 мм, длиной 5 м, с одним отводом под углом 90°. При этом потери давления,  $P_{вс}$ , Па, составят» [19]:

$$P_{вс} = 10,8 \cdot 0,59 \cdot 1 \cdot 5 + 0,35 \cdot 25,3 = 40,71 \text{ Па.} \quad (Г.13)$$

«При скоростном давлении в воздуховоде,  $h_{д1}$ , Па» [19]:

$$h_{д1} = \frac{G_{y1}}{2 \cdot \rho_y} = \frac{5,578^2}{2 \cdot 0,615} = 25,3 \text{ Па} . \quad (Г.14)$$

«Потери давления системы на всасывании,  $P_{y2}$ , Па» [19]:

$$P_{y2} = P_{вс} + P_{y1}, \quad (Г.15)$$

$$P_{y2} = 40,71 + 283,1 = 323,81 \text{ Па.}$$

«Подсосы воздуха через неплотности всасывающей сети при разрежении 323,81 Па,  $G_{п}$ ,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$G_{п} = K \cdot q_1 \cdot \Pi_1 \cdot L_1 + q_2 \cdot \Pi_2 \cdot L_2, \quad (Г.16)$$

$$G_{п} = 1,1 \cdot 0,000524 \cdot 3,6 \cdot 11,3 + 0,000524 \cdot 1,57 \cdot 5 = 0,0276 \text{ кг/с,}$$

«где  $q_1$ ,  $q_2$  – удельный расход воздуха на соответствующем участке воздуховода;

$\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  – периметры участков отсасывающей сети воздуховодов, м;

$L_1, L_2$  – длина участков воздухопроводов, м;

$K$  – коэффициент, принимают равным 1,1 для прямоугольных воздухопроводов» [19].

«Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором,  $G_{\text{сум}}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$G_{\text{сум}} = G_{y2} + G_{\text{п}}, \quad (\text{Г.17})$$

$$G_{\text{сум}} = 5,578 + 0,0276 = 5,606 \text{ кг/с.}$$

«Потери давления на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздухопроводов,  $P_{\text{в}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{\text{в}} = P_{y2} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{G_{\text{сум}}}{G_{y1}} \right)^2 \right] \cdot 0,5, \quad (\text{Г.18})$$

$$P_{\text{в}} = 323,81 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{5,606}{5,578} \right)^2 \right] \cdot 0,5 = 325,4 \text{ Па.}$$

«Плотность газов перед вентилятором,  $\rho_{\text{сум}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ » [19]:

$$\rho_{\text{сум}} = \left( \frac{G_{\text{сум}}}{\frac{G_{\text{д}}}{0,61} + \frac{G_{\text{сум}} - G_{\text{д}}}{1,2}} \right), \quad (\text{Г.19})$$

$$\rho_{\text{сум}} = \left( \frac{5,578}{\frac{5,478}{0,61} + \frac{5,578 - 5,478}{1,2}} \right) = 0,615 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

«Температура газов перед вентилятором,  $T, ^\circ\text{C}$ » [19]:

$$T = \frac{353 - 273 \cdot \rho_{\text{сум}}}{\rho_{\text{сум}}}, \quad (\text{Г.20})$$

$$T = \frac{353 - 273 \cdot 0,615}{0,615} = 302^\circ \text{C}.$$

«Для удаления газов наружу принимается радиальный вентилятор, соединенный диффузором с дымовой трубой диаметром 800 мм, длиной 5 м» [19].

«Массовая скорость выброса газов через дымовую трубу,  $V_p, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$V_p = \frac{G_{y1}}{A} = \frac{5,578}{0,5} = 11,16 \text{ кг/с}. \quad (\text{Г.21})$$

«Скоростное давление,  $h_{\text{д.ср}}, \text{Па}$ » [19]:

$$h_{\text{д.ср}} = \frac{V_p^2}{2 \cdot \rho_{\text{сум}}} = \frac{11,16^2}{2 \cdot 0,615} = 101 \text{ Па}. \quad (\text{Г.22})$$

«Потери давления на выхлопе,  $P_{\text{вых}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \cdot 1,67 \cdot 1 \cdot 5 + 2 \cdot 101 = 292,18 \text{ Па}. \quad (\text{Г.23})$$

«Суммарные потери давления в сети,  $P_{\text{сум}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{вых}} + P_{\text{в}}, \quad (\text{Г.24})$$

$$P_{\text{сум}} = 292,18 + 325,4 = 517,6 \text{ Па}.$$

«Естественное давление газов при высоте дымовой шахты 6,1 м и выхлопной трубы длиной 5 м,  $P_{\text{ес}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{ec} = H_{ш} \cdot [\gamma_H - (\rho_{сум} + \rho_d) \cdot 4,95] + H_{вых} \cdot [\gamma_H - \rho_{сум} \cdot 9,81], \quad (\Gamma.25)$$

$$P_{ec} = 6,1 \cdot [11,49 - (0,614 + 0,61) \cdot 4,95] + 5 \cdot [11,49 - 0,614 \cdot 9,81] = 60,5 \text{ Па},$$

«где  $H_{ш}$  – высота шахты, м;

$\gamma_H$  – удельный вес наружного воздуха,  $\text{Н/м}^3$ , в теплый период года;

$H_{вых}$  – высота выхлопной трубы, м;

$\rho_{сум}$  – плотность дымовых газов, удаляемых из здания,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_d$  – плотность дымовых газов; при удалении из коридоров следует принимать  $0,61 \text{ кг/м}^3$ ;

$H_{вых}$  – высота выхлопной трубы, м» [19].

«Удельный вес наружного воздуха в теплый период года,  $\gamma_H, \text{Н/м}^3$ » [19]:

$$\gamma_H = \frac{3463}{(T+t_H)} = \frac{3463}{273+28,5} = 11,49 \text{ Н/м}^3, \quad (\Gamma.26)$$

«где  $t_H$  – температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ » [19].

Плотность удаляемого газа  $\rho_{сум} = 0,614 \text{ кг/м}^3$ .

«Потери давления в системе с учетом естественного давления газов определяем по формуле,  $P_{вен}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{вен} = P_{сум} - P_{ec}, \quad (\Gamma.27)$$

$$P_{вен} = 517,6 - 60,5 = 457,1 \text{ Па}.$$

«Напор вентилятора равен,  $P_{ус}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{ус} = \frac{1,2 \cdot P_{вен}}{\rho_{сум}}, \quad (\Gamma.28)$$

$$P_{yc} = \frac{1,2 \cdot 457,1}{0,615} = 892 \text{ Па.}$$

Производительность вентилятора равна:  $L_b = L_k = 22300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Таблица Г.1 – Техническая характеристика вентилятора VKDV 900-600-7.5/970

Параметры	Единицы измерения	Значение
Диаметр вентилятора	[mm]	900
Расход воздуха в рабочей точке	[m <sup>3</sup> /h]	22362
Статическое давление в рабочей точке	[Pa]	897
Оборотов в минуту	[min <sup>-1</sup> ]	970
Масса	[kg]	206
Номинальная мощность	[W]	7500
Мощность в рабочей точке	[W]	7641
Номинальный ток	[A]	16
Ток в рабочей точке	[A]	16,28
Частота сети	[Hz]	50
Напряжение сети	[V]	400
Фазы	[~]	3
Максимальная температура транспортируемого воздуха	[°C]	600
Статическая эффективность в рабочей точке	[%]	72,92
Общая эффективность в рабочей точке	[ % ]	77,67



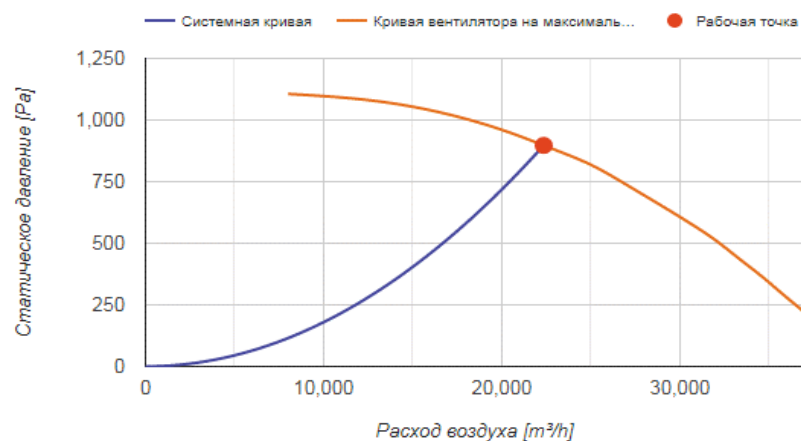


Рисунок Г.1 – Совмещенная рабочая характеристика вентилятора и сети

Принимаем противодымный вентилятор VKDV 900-600-7.5/970 - по каталогу [26]. Техническая характеристика вентилятора приведена в таблице Г.1, а его рабочая характеристика и системная кривая, основанная на расчетных параметрах – на рисунке Г.1.

## Приложение Д

### Определение параметров вентиляционного оборудования для зрительного зала

«К установке в зрительном зале под потолком принимаем дымовые клапана КПК-1 размерами 800×500 мм с проходным сечением 0,4 м<sup>2</sup> и дымовую шахту из листовой стали размерами 800×600 мм ( $d_{\text{экв}} = 685$  мм)» [19].

«Массовая скорость дыма в клапане на первом участке (клапан открыт),  $V_{\rho}$ , кг/(с · м<sup>2</sup>)» [19]:

$$V_{\rho} = \frac{G_{sm}}{n \cdot A} = \frac{6,46}{5 \cdot 0,4} = 3,23 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}. \quad (\text{Д.1})$$

«в шахте» [19]:

$$V_{\rho} = \frac{G_{sm}}{A} = \frac{6,46}{0,48} = 13,46 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}. \quad (\text{Д.2})$$

«Определяем потери давления в дымовом клапане на первом этаже по формуле,  $P_1$ , Па » [19]:

$$P_1 = \frac{(\xi_1 + \xi_2) \cdot V_p^2}{2 \cdot \rho}, \quad (\text{Д.3})$$

$$P_1 = \frac{2,5 \cdot 3,23^2}{2 \cdot 0,61} = 21,38 \text{ Па.}$$

«Потери на трение на первом участке шахты из листовой стали при  $K_c=1,0$  и скоростном давлении»,  $h_{d1}$ , Па, согласно [19]:

$$h_{д1} = \frac{V_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{13,46^2}{2 \cdot 0,61} = 148,5 \text{ Па.} \quad (\text{Д.4})$$

«Потери на трение и местные сопротивления,  $P_2$ , Па, определяются по формуле» [19]:

$$P_2 = 10,8 \cdot 2,84 \cdot 1 \cdot 8,2 + 0 \cdot \frac{13,46^2}{2 \cdot 0,61} = 251,5 \text{ Па.} \quad (\text{Д.5})$$

«Определяем подсос воздуха через неплотности закрытого дымового клапана на втором этаже здания при отрицательном давлении,  $P$ , Па» [19]:

$$P = P_1 + P_2 = 21,38 + 251,5 = 272,9 \text{ Па.} \quad (\text{Д.6})$$

«Расход газов в устье дымовой шахты в первом приближении определяем по расходу дыма и при равномерном подсосе воздуха через 1 закрытый дымовой клапан,  $G_{y1}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$G_{y1} = G_d + G_{k1} \cdot (N - 1), \quad (\text{Д.7})$$

$$G_{y1} = 6,46 + 0,117 \cdot (2 - 1) = 6,577 \text{ кг/с.}$$

«Потери давления в дымовой шахте  $P_{y1}$ , Па, при расходе газов в устье шахты определяем при среднем скоростном давлении в шахте по формуле» [19]:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{mp} \cdot K_c \cdot H_э \cdot (N - 1) + 0,1 \cdot (N - 1) \cdot h_{д.ср.} + P_1 + P_2, \quad (\text{Д.8})$$

$$P_{y1} = 10,8 \cdot 2,45 \cdot 1 \cdot 3,05 \cdot (2 - 1) + 0,1 \cdot (2 - 1) \cdot 150,8 + 272,9 = 368,7 \text{ Па,}$$

«где  $R_{mp}$  – потери давления на трение,  $\text{кгс/м}^2$ , при среднем скоростном давлении  $-1,125 \text{ кгс/м}^2$ ;

$H_э$  – высота этажа здания, м;

$N$  – число этажей в здании;

$h_{\partial.ср.}$  – среднее скоростное давление, Па» [19].

$$h_{\partial.ср.} = \frac{h_{д.1} + h_{д.у}}{2} = \frac{148,5 + 153}{2} = 150,8 \text{ Па.} \quad (\text{Д.9})$$

$$h_{д.у} = \left( \frac{G_{y1}}{0,48} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot \rho_y} = \left( \frac{6,577}{0,48} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,615} = 153 \text{ Па.} \quad (\text{Д.10})$$

$$\rho_y = \left( \frac{G_{y1}}{\frac{G_{sm}}{\rho_{sm}} + \frac{G_{y1} - G_{sm}}{1,2}} \right) = \left( \frac{6,577}{\frac{6,46}{0,61} + \frac{6,577 - 6,46}{1,2}} \right) = 0,615 \text{ кг/м}^3. \quad (\text{Д.11})$$

«Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод диаметром 500 мм, длиной 5 м, с одним отводом под углом 90°. При этом потери давления составят,  $P_{вс}$ , Па» [19]:

$$P_{вс} = 10,8 \cdot 1,125 \cdot 1 \cdot 5 + 0,35 \cdot 35,17 = 73,06 \text{ Па.} \quad (\text{Д.12})$$

«При скоростном давлении в воздуховоде,  $h_{д1}$ , Па» [19]:

$$h_{д1} = \frac{G_{y1}}{2 \cdot \rho_y} = \frac{6,577^2}{2 \cdot 0,615} = 35,17 \text{ Па.} \quad (\text{Д.13})$$

«Определяем потери давления системы на всасывании,  $P_{y2}$ , Па» [19]:

$$P_{y2} = P_{вс} + P_{y1}, \quad (\text{Д.14})$$

$$P_{y2} = 73,06 + 368,7 = 441,76 \text{ Па.}$$

«Определяем подсосы воздуха через неплотности всасывающей сети при разрежении перед вентилятором, равном 441,76 Па,  $G_{\text{п}}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$G_{\text{п}} = K \cdot q_1 \cdot \Pi_1 \cdot L_1 + q_2 \cdot \Pi_2 \cdot L_2, \quad (\text{Д.15})$$

$$G_{\text{п}} = 1,1 \cdot 0,000642 \cdot 3,6 \cdot 8,2 + 0,000642 \cdot 1,57 \cdot 5 = 0,0259 \text{ кг/с},$$

«где  $q_1, q_2$  – удельный расход воздуха на соответствующем участке воздуховода, принятый при соответствующем отрицательном статическом давлении в месте присоединения воздуховода к вентилятору;

$\Pi_1, \Pi_2$  – периметры участков отсасывающей сети воздуховодов по внутреннему сечению, м;

$L_1, L_2$  – длина участков сети воздуховодов, м;

$K$  – коэффициент для прямоугольных воздуховодов; принимают равным 1,1» [19].

«Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором равен,  $G_{\text{сум}}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ » [19]:

$$G_{\text{сум}} = G_{y2} + G_{\text{п}}, \quad (\text{Д.16})$$

$$G_{\text{сум}} = 6,577 + 0,0259 = 6,603 \text{ кг/с}.$$

«Потери давления на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздуховодов равны,  $P_{\text{в}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{\text{в}} = P_{y2} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{G_{\text{сум}}}{G_{y1}} \right)^2 \right] \cdot 0,5, \quad (\text{Д.17})$$

$$P_{\text{в}} = 441,76 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{6,603}{6,536} \right)^2 \right] \cdot 0,5 = 446,3 \text{ Па}.$$

«Плотность газов перед вентилятором равна,  $\rho_{\text{сум}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ » [19]:

$$\rho_{\text{сум}} = \left( \frac{G_{\text{сум}}}{\frac{G_{\text{д}}}{0,61} + \frac{G_{\text{сум}} - G_{\text{д}}}{1,2}} \right), \quad (\text{Д.18})$$
$$\rho_{\text{сум}} = \left( \frac{6,603}{\frac{6,46}{0,61} + \frac{6,603 - 6,46}{1,2}} \right) = 0,617 \text{ кг/м}^3.$$

«Температура газов перед вентилятором,  $T, ^\circ \text{C}$ » [19]:

$$T = \frac{353 - 273 \cdot \rho_{\text{сум}}}{\rho_{\text{сум}}}, \quad (\text{Д.19})$$
$$T = \frac{353 - 273 \cdot 0,617}{0,617} = 300^\circ \text{C}.$$

«Для удаления газов наружу принимается радиальный вентилятор с положением кожуха  $270^\circ$ , соединенный диффузором с дымовой трубой диаметром 800 мм, длиной 5 м» [19].

«Массовая скорость выброса газов через дымовую трубу,  $V_p, \text{кг}/(\text{с} \times \text{м}^2)$ » [19]:

$$V_p = \frac{G_{y1}}{A} = \frac{6,603}{0,5} = 13,21 \text{ кгс/м}^2. \quad (\text{Д.20})$$

«Скоростное давление составит,  $h_{\text{д.ср}}, \text{Па}$ » [19]:

$$h_{\text{д.ср}} = \frac{V_p^2}{2 \cdot \rho_{\text{сум}}} = \frac{13,21^2}{2 \cdot 0,617} = 142 \text{ Па}. \quad (\text{Д.21})$$

«Потери давления на выхлопе равны,  $P_{\text{вых}}, \text{Па}$ » [19]:

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \cdot 2,65 \cdot 1 \cdot 5 + 2 \cdot 142 = 427,1 \text{ Па.} \quad (\text{Д.22})$$

«Суммарные потери давления в сети равны,  $P_{\text{сум}}$ , Па» [19]:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{вых}} + P_{\text{в}}, \quad (\text{Д.23})$$

$$P_{\text{сум}} = 427,1 + 446,3 = 873,4 \text{ Па.}$$

«Потери давления на выхлопе равны,  $P_{\text{вых}}$ , Па» [19]:

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \cdot 2,65 \cdot 1 \cdot 5 + 2 \cdot 142 = 427,1 \text{ Па.} \quad (\text{Д.24})$$

«Естественное давление газов при высоте дымовой шахты 6,1 м и выхлопной трубы длиной 5 м, определяем по формуле,  $P_{\text{ес}}$ , Па» [19]:

$$P_{\text{ес}} = H_{\text{ш}} \cdot [\gamma_{\text{н}} - (\rho_{\text{сум}} + \rho_{\text{д}}) \cdot 4,95] + H_{\text{вых}} \cdot [\gamma_{\text{н}} - \rho_{\text{сум}} \cdot 9,81], \quad (\text{Д.25})$$

$$P_{\text{ес}} = 6,1 \cdot [11,49 - (0,617 + 0,61) \cdot 4,95] + 5 \cdot [11,49 - 0,617 \cdot 9,81] = 60,2 \text{ Па,}$$

«где  $H_{\text{ш}}$  – высота шахты, м;

$\gamma_{\text{н}}$  – удельный вес наружного воздуха,  $\text{Н/м}^3$ , в теплый период года;

$H_{\text{вых}}$  – высота выхлопной трубы, м;

$\rho_{\text{сум}}$  – плотность дымовых газов, удаляемых из здания,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\rho_{\text{д}}$  – плотность дымовых газов; при удалении из коридоров следует принимать  $0,61 \text{ кг/м}^3$ ;

$H_{\text{вых}}$  – высота выхлопной трубы, м» [19].

«Удельный вес наружного воздуха в теплый период года,  $\gamma_{\text{н}}$ ,  $\text{Н/м}^3$ » [19]:

$$\gamma_{\text{н}} = \frac{3463}{(T+t_{\text{н}})} = \frac{3463}{273+28,5} = 11,49 \text{ Н/м}^3, \quad (\text{Д.26})$$

«где  $t_n$  – температура наружного воздуха, °С» [19].

Плотность удаляемого газа  $\rho_{\text{сум}} = 0,617 \text{ кг/м}^3$ .

«Потери давления в системе с учетом естественного давления газов определяем по формуле,  $P_{\text{вен}}$ , Па» [19]:

$$P_{\text{вен}} = P_{\text{сум}} - P_{\text{ес}}, \quad (\text{Д.27})$$

$$P_{\text{вен}} = 873,4 - 60,2 = 813,2 \text{ Па.}$$

«Напор вентилятора равен,  $P_{\text{ус}}$ , Па» [19]:

$$P_{\text{ус}} = \frac{1,2 \cdot P_{\text{вен}}}{\rho_{\text{сум}}}, \quad (\text{Д.28})$$

$$P_{\text{ус}} = \frac{1,2 \cdot 813,2}{0,617} = 1582 \text{ Па.}$$

Производительность вентилятора равна:  $L_{\text{в}} = L_{\text{к}} = 27464 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Таблица Д.1 – Техническая характеристика вентилятора VKDV 1100-600-30/970

Параметры	Единицы измерения	Значение
Диаметр вентилятора	[mm]	1100
Расход воздуха в рабочей точке	[m <sup>3</sup> /h]	28555
Статическое давление в рабочей точке	[Pa]	1710
Оборотов в минуту	[min <sup>-1</sup> ]	970
Масса	[kg]	206
Номинальная мощность	[W]	30000
Мощность в рабочей точке	[W]	23764
Номинальный ток	[A]	57,15
Ток в рабочей точке	[A]	45,27



Продолжение таблицы Д.1

Частота сети	[Hz]	50
Фазы	[ ~ ]	3
Напряжение сети	[V]	400
Максимальная температура транспортируемого воздуха	[°C]	600
Статическая эффективность в рабочей точке	[%]	57,08
Общая эффективность в рабочей точке	[ % ]	58,5

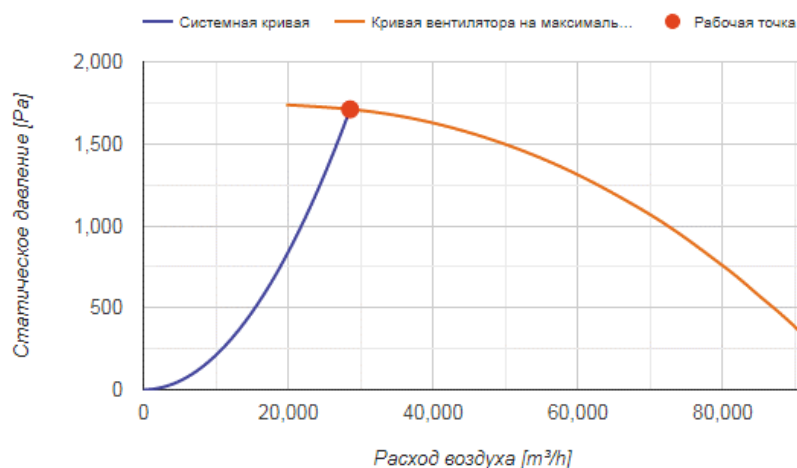


Рисунок Д.1 – Совмещенная рабочая характеристика вентилятора и сети

Принимаем противодымный вентилятор VKDV 1100-600-30/970 по каталогу [26]. Техническая характеристика вентилятора приведена в таблице Д.1, а его рабочая характеристика и системная кривая, основанная на расчетных параметрах – на рисунке Д.1.

## Приложение Е

### Таблица проведения документированной процедуры проведения инструктажей на объекте

<i>Действие (процесс)</i>	<i>Ответственное лицо</i>	<i>Исполнитель</i>	<i>Сроки исполнения</i>	<i>Документы на входе</i>	<i>Документы на выходе</i>	<i>Примечания</i>
<i>Вводный инструктаж по охране труда</i>	<i>Работодатель</i>	<i>Лицо ответственное по охране труда</i>	<i>В день фактического приема на работу</i>	<i>Постановление Минтруда и Минобразования РФ от 13.01.2013 №1/29 "Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организации", ГОСТ 12.0.004–2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие положения, приказ о приеме на работу, программа вводного инструктажа</i>	<i>Журнал регистрации вводного инструктажа</i>	<i>Пересмотр программы вводного инструктажа по охране труда один раз в 5 лет</i>
<i>Первичный инструктаж по охране труда</i>	<i>Работодатель</i>	<i>Непосредственный руководитель подразделения</i>	<i>В день фактического приема на работу</i>	<i>Программа первичного инструктажа по охране труда, инструкции по охране труда и/или безопасному выполнению работ</i>	<i>Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте</i>	<i>Пересмотр программы первичного инструктажа по охране труда один раз в 5 лет</i>
<i>Повторный инструктаж по охране труда</i>	<i>Работодатель</i>	<i>Непосредственный руководитель подразделения</i>	<i>Не реже одного раза в 6 месяцев</i>	<i>Программа первичного инструктажа по охране труда, инструкции по охране труда и/или безопасному выполнению работ, график проведения повторного инструктажа по охране труда</i>	<i>Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте</i>	<i>Руководитель организации должен утвердить график с конкретными датами проведения повторного инструктажа</i>
<i>Внеплановый инструктаж по охране труда</i>	<i>Работодатель</i>	<i>Непосредственный руководитель подразделения</i>	<i>По мере необходимости</i>	<i>Приказ о проведении внеплановых инструктажей, новые инструкции по охране труда и/или безопасному выполнению работ</i>	<i>Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте</i>	<i>Проводится с теми работниками которых, касаются изменения в инструкциях по охране труда и/или безопасному выполнению работ</i>
<i>Целевой инструктаж по охране труда</i>	<i>Работодатель</i>	<i>Непосредственный руководитель работ</i>	<i>По мере необходимости</i>	<i>Программа целевого инструктажа по охране труда, инструкции по охране труда и/или безопасному выполнению работ</i>	<i>Журнал регистрации целевого инструктажа, наряд-допуск</i>	<i>Целевой инструктаж проводится по программам целевого инструктажа разработанным и утвержденным в установленном порядке в соответствии с характером выполнения работ</i>

Рисунок Е.1– Таблица проведения документированной процедуры проведения инструктажей на объекте

## Приложение Ж

### Диаграмма процесса «Проведение инструктажей по охране труда»

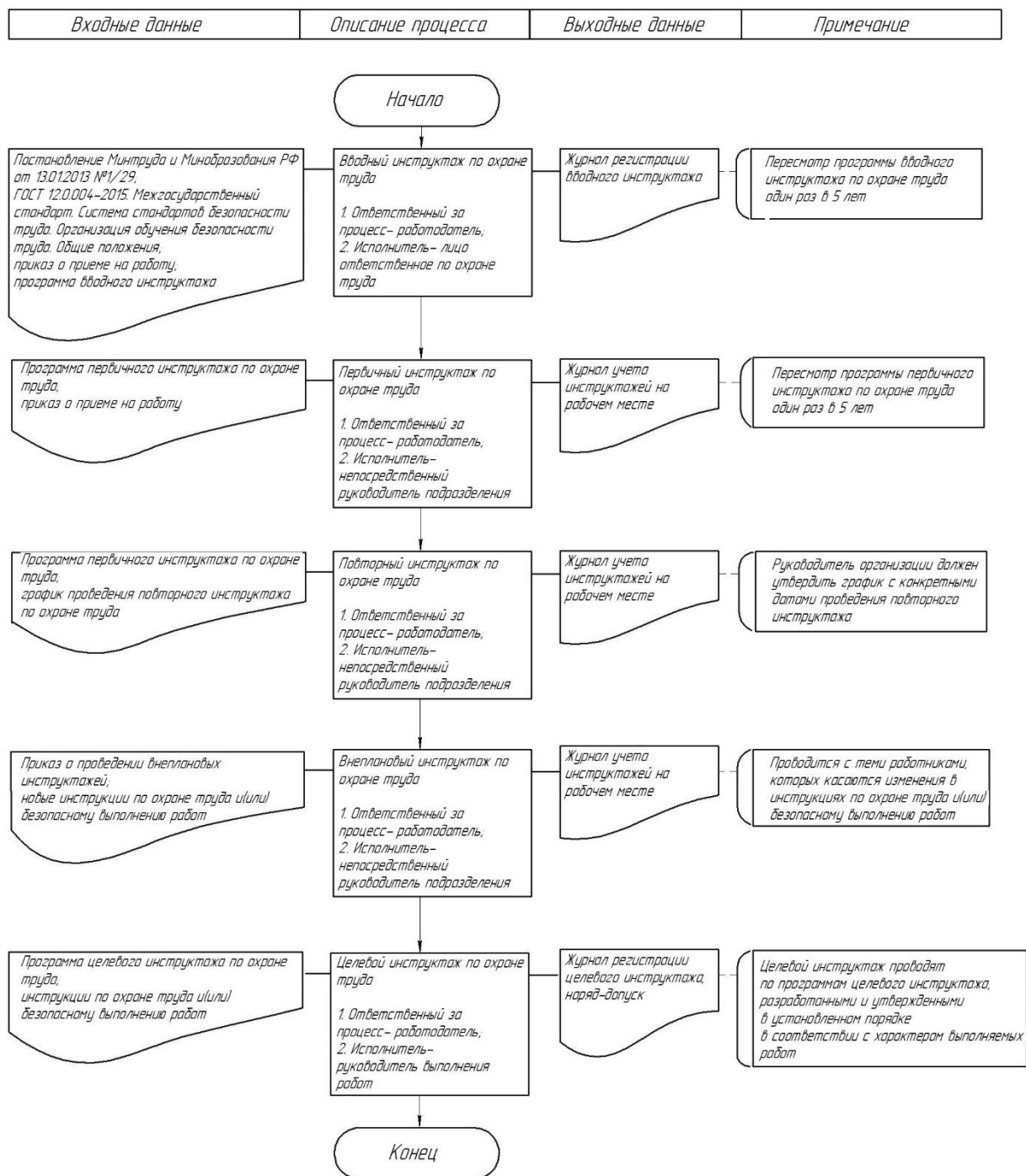


Рисунок Ж.1 – Документированная процедура проведения инструктажей по охране труда

## Приложение И

### Таблица проведения документированной процедуры по обращению с отходами на объекте

<i>Действие (процесс)</i>	<i>Ответственный за процесс</i>	<i>Исполнитель</i>	<i>Документы на входе</i>	<i>Документы на выходе</i>	<i>Примечания</i>
<i>Выявление и идентификация отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Перечень отходов, образующихся в организации</i>	<i>Акт инвентаризации отходов</i>	<i>Выявление и идентификация отходов проводится в плановом порядке не реже одного раза в пять лет</i>
<i>Паспортизация отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Акт инвентаризации отходов, ФККО Приказ Расприроднадзора от 22.05.2017 №24-2 "Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов"</i>	<i>Паспорт отходов I-IV классов опасности</i>	<i>Паспорт составляют и утверждают по типовой форме (утв. приказом Минприроды от 08.12.2020 № 1026)</i>
<i>Формирование состава образующихся отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Паспорт отходов I-IV классов опасности</i>	<i>Отчет по составу образующихся видов отходов, подлежащих учету</i>	<i>При формировании состава образующихся отходов использовать Приказ Минприроды и экологии от 13.10.2015 №910 "Об утверждении Перечня среднестатистических значений для компонентного состава и условия образования некоторых отходов, включенных в федеральный классификационный каталог отходов"</i>
<i>Измерение фактического количества образованных, обработанных, утилизированных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Отчет по составу образующихся видов отходов, подлежащих учету</i>	<i>Отчет по количеству образованных, обработанных, утилизированных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов</i>	<i>В случае отсутствия средств измерения для проведения фактического количества образованных, обработанных, утилизированных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов, учет ведется с помощью расчетного метода</i>
<i>Учет в области обращения с отходами</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Отчет по количеству образованных, обработанных, утилизированных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, а также размещенных отходов</i>	<i>Отчет по обобщенным данным учета в области обращения с отходами</i>	<i>Данные учета обобщаются по итогам очередного года, в срок не позднее 25 января года, следующего за отчетным</i>
<i>Сортировка</i>	<i>Специалист-эколог</i>	<i>Лица ответственные за обращение с отходами</i>	<i>Отчет по обобщенным данным учета в области обращения с отходами</i>	<i>Отчет по данным учета переданных другим лицам отходов</i>	<i>Раздельное хранение отходов, нанесение соответствующих маркировок на мусорные контейнеры</i>
<i>Транспортирование отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Подрядная организация</i>	<i>Отчет по данным учета переданных другим лицам отходов</i>	<i>Договор по вывозу отходов</i>	<i>Пролонгация договора с подрядной организацией по вывозу отходов ежегодно до 10 декабря отчетного года</i>
<i>Утилизация отходов</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Подрядная организация</i>	<i>Договор по вывозу отходов</i>	<i>Акт утилизации (захоронения) отходов</i>	<i>Хранения акта об утилизации не менее 5 лет</i>

Рисунок И.1 – Таблица проведения документированной процедуры по обращению с отходами

## Приложение К

### Диаграмма процесса «Процедура по обращению с отходами»

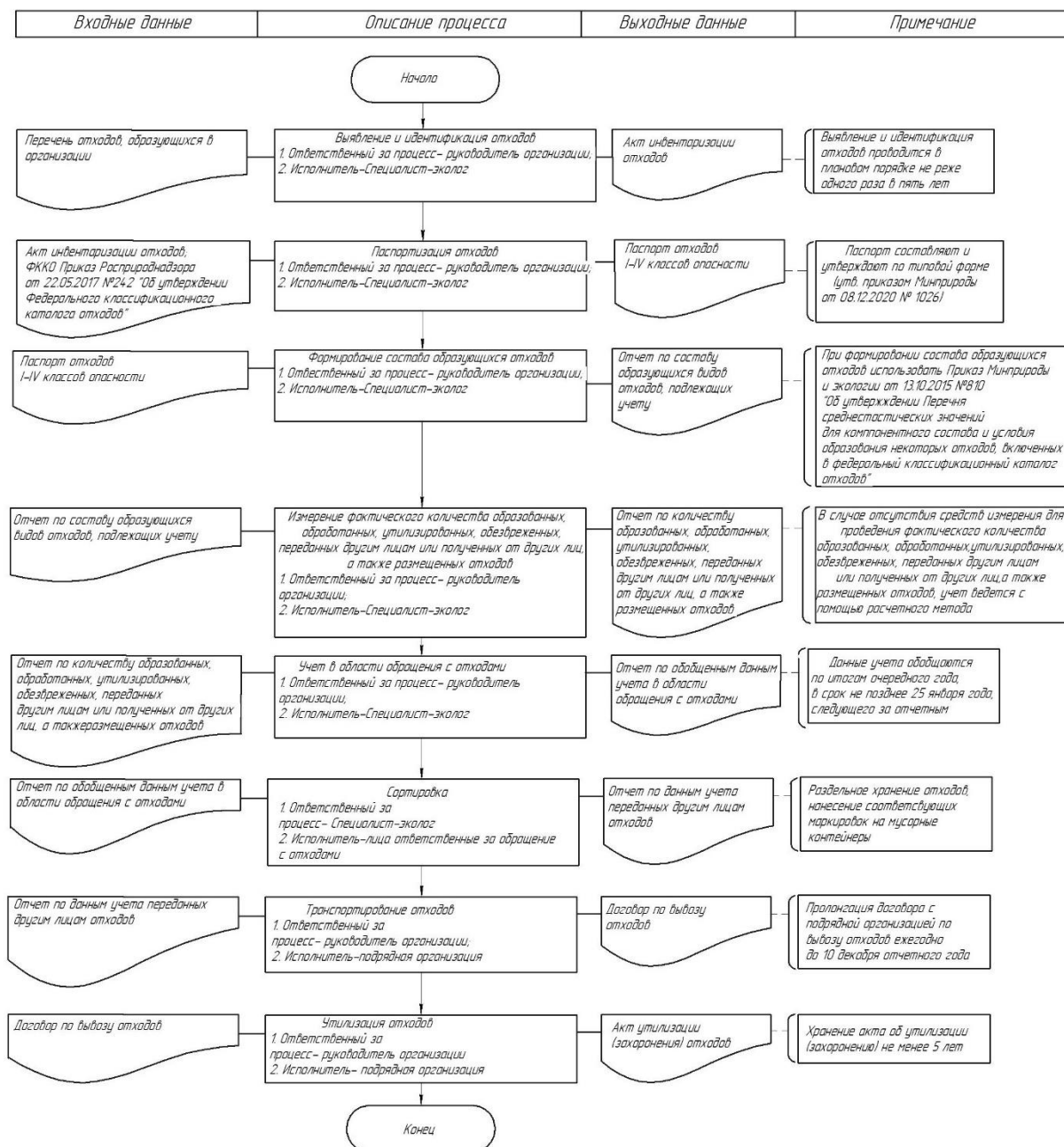


Рисунок К.1 – Документированная процедура по обращению с отходами на объекте

## Приложение Л

### Таблица план противопожарных мероприятий на объекте

<i>Действие (процесс)</i>	<i>Ответственный</i>	<i>Исполнитель</i>	<i>Срок исполнения</i>	<i>Документы на входе</i>	<i>Документы на выходе</i>	<i>Примечания</i>
<i>Проектирование системы противодымной защиты</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Подрядная организация</i>	<i>III Квартал 2022 г.</i>	<i>Исходные данные об объекте, расчет системы дымоудаления, подбор вентиляционного оборудования</i>	<i>Техническое задание, договор на выполнение работ</i>	<i>Срок выполнения технического задания 40 дней</i>
<i>Монтаж системы противодымной защиты</i>	<i>Руководитель организации</i>	<i>Подрядная организация</i>	<i>IV квартал 2022г.</i>	<i>Техническое задание, договор на выполнение работ</i>	<i>Протокол азрабдинамических испытаний, акт проверки работоспособности средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений</i>	<i>Периодичность проверки работоспособности системы противодымной защиты не реже одного раза в квартал</i>

Рисунок Л.1– Таблица план противопожарных мероприятий

## Приложение М

### Блок-схема плана противопожарных мероприятий на объекте

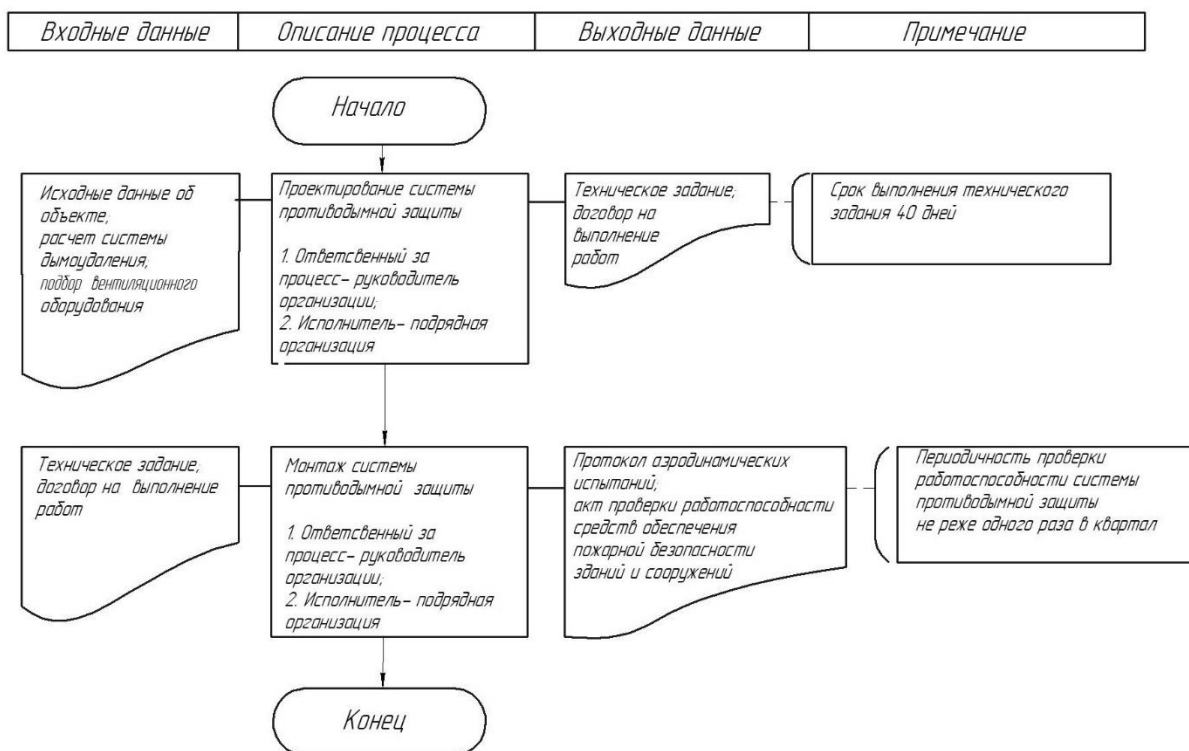


Рисунок М.1 – Блок-схема плана противопожарных мероприятий