

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)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему: «Проектирование системы пожарной безопасности на основе логического распределения, оснащения и оптимизации выбора мест дислокации оперативных пожарно-спасательных подразделений на объектах транспортной инфраструктуры (на примере транспортного перехода через Керченский пролив)»

Студент

С.А. Семенов

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Научный  
руководитель

кандидат технических наук, профессор, Н.Г. Яговкин

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

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Критический анализ построения структур отечественных и зарубежных систем пожарной безопасности, обеспечивающие быструю и эффективную ликвидацию аварий и катастроф на объектах перехода через морские заливы .....	8
1.1 Оперативно-тактическая характеристика объектов инфраструктуры транспортного перехода через Керченский пролив, как объектов защиты.....	8
1.2 Международный и отечественный опыт по защите объектов экономики.....	21
2 Теоретическое исследование процесса возникновения, ликвидации чрезвычайных ситуаций и проектирование системы пожарной безопасности на мостовом переходе через Керченский пролив.....	31
2.1 Типовые чрезвычайные ситуации на объектах транспортного перехода через Керченский пролив .....	31
2.2 Типовые сценарии развития возможных чрезвычайных ситуаций на объектах транспортного перехода через Керченский пролив .....	36
3 Экспериментальные исследования на математических компьютерных моделях эффективности разработанной системы пожарной безопасности.....	70
3.1 Обоснование места дислокации первичного тактического подразделения пожарной охраны.....	70
3.2 Экспериментальное обоснование ресурсов для реализации вводного метода тушения пожара (компактная струя).....	80

3.3 Экспериментальное обоснование ресурсов для реализации вводного метода тушения пожара (распыленная струя).....	89
3.4 Экономическое обоснование эффекта от внедрения прогрессивных средств тушения пожара .....	97
Заключение.....	103
Список используемых источников.....	105

## Введение

Актуальность и научная значимость данного исследования.

Создание мостовой инфраструктуры через Керченский пролив создает отличные условия для стимулирования экономики Краснодарского края за счет существенной экономии затрат на транспорт и, в следствии, привлекательности для инвестиций в данный регион. Россия, при реализации этого проекта, расширила транспортное сообщение между своими центральными регионами и морскими курортами Крыма, увеличив скорость передвижения, устранив временные затраты на паромную переправу.

Крымский мост — в первую очередь транспортная дорога, обеспечивающая взаимосвязь между курортными территориями Крыма и Российской Федерацией.

Между Краснодарским краем и республикой Крым, после того как возникла данная инфраструктура, стали появляться вопросы обеспечения пожарной безопасности в эксплуатации моста через Керченский пролив. В реальном времени это становится все более неоспоримым, на самом деле, способы, а также методы доставки сил и средств, но и еще методы ликвидации всевозможных чрезвычайных ситуаций, необходимо совершенствовать путем развития адекватных, инновационных идей для экономическо-технических и производственных возможностей.

Несомненно, что выполнение обозначенных задач, в значимой степени зависят от времени следования до прибытия пожарно-спасательных подразделений на место чрезвычайной ситуации, а также производительности подачи специального оборудования на тушение пожаров пожарно-спасательными подразделениями. Обращая внимание на то, что в последние годы осуществлялись активные стремления, по оперативности и продуктивности доставки, и подачи приборов на тушение пожаров, а именно постоянно выполнялись исследования на предмет точности и оперативности

распределения сил и средств, а также использование ручного оборудования для подачи огнегасящих веществ в пожарно-спасательных подразделениях.

Для результативного и оперативного тушения пожара, недостаточно иметь высокую физическую и профессиональную подготовку, а также накопленные навыки, а умение сосредоточить основные усилия на управление имеющимися силами и средствами. В последние годы на вооружение поступила новейшая пожарная и пожарно-спасательной техника, что привело к изменениям в понимании ученых на порядок тушения пожаров, и внимание, которых уделяется научной работе в области пожарной безопасности.

Объектом исследования является процесс обеспечения пожарной безопасности на мосту через Керченский пролив при максимальной транспортной загрузке.

Предметом исследования является тактика, стратегия и способы работ пожарно-спасательных формирований и других подразделений при ликвидации пожара на транспортной инфраструктуре ручными средствами подачи огнетушащих веществ, а также использование пожарного оборудования.

Целью исследования является повышение пожарной безопасности на Керченском мосту на основе развития политики и технологического процесса проведения работ пожарно-спасательными подразделениями при ликвидации и локализации пожара.

Гипотеза исследования состоит в том, что ввод инновационных способов тушения и использование новейших инженерных систем и средств, позволит усовершенствовать качество ликвидации пожаров на переправах, переходах, переездах, мостах чрез мореходные проливы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ территориальных, конструктивных, инженерных особенностей и характеристик Керченского моста;

- произвести необходимые расчеты сил и средств, для ликвидации и локализации пожара на Крымском мосту и береговых объектах;
- произвести выбор наиболее продуктивного решения для определения стратегии тушения пожара;
- разработать план действий по организации тушения пожара на мосту;
- рассчитать финансовое обоснование подготовленных решений.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды отечественных и иностранных специалистов, в области пожарной безопасности, а также парадигмы в организации ликвидации пожаров на объектах транспортной инфраструктуры.

Базовыми для настоящего исследования явились также федеральные законы о пожарной безопасности, кодексы, сводные правила и стандарты России.

Методы исследования, которые использовались в работе: метод наблюдения, метод измерения параметров, анализ, синтез, описание, классификация, измерения, а также сравнительно-аналитические методы.

Опытно-экспериментальная база исследования в основном проводилась на территории компании «ОТЕКО», охраняемой аварийно-спасательной службой «ОТЕКО-ЦАСФ».

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- установление соотношений времени сосредоточенности сил и средств от различных факторов, условий, стратегий и подготовки собственного состава пожарно-спасательных подразделений, формирований и частей, и характеристик пожарной техники;
- приобретение численных значений параметров, распространяющихся на участок орошения при ликвидации пожара на защите объектов ручными средствами подачи огнетушащих веществ.

Теоретическая значимость исследования заключается в получении совокупного метода к ликвидации пожаров на транспортных переходах и мостах. Проведенное исследование вносит вклад в тактику и технологию

работ пожаро-спасательных подразделений при тушении пожаров на мосту и морских переходах ручными средствами подачи огнетушащих веществ.

Практическая значимость исследования заключается в результатах исследования, которые будут применяться при эксплуатации и в ходе организации пожарной безопасности данного объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается точным применением методов анализа, синтеза, математической статистики, а также результатами практического применения.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в разработке методов, способов и тактики тушения пожара на Крымском мосту, реализации методики результативности решений по тушению пожаров.

Апробация и внедрение результатов работы велись на протяжении всей проведенной работы. Данные результаты были опубликованы в статье «Зависимость времени сосредоточения и введения сил и средств от дорожных, погодных-климатических условий, тактико-технических характеристик пожарной техники в районе перехода через Керченский пролив» в выпуске № 91 научно-информационного журнала «Точная наука» от 30.11.2020 года.

На защиту выносятся:

- исследование нынешнего положения вопроса о тушении пожаров на Крымском мосту;
- результаты настоящего решения по тушению пожаров на рассматриваемом объекте;
- организация мероприятий по тушению пожаров на транспортном переходе.

Магистерская диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит тридцать рисунков, сорок две таблицы, список литературы (30 источник). Основной текст работы представлен на 107 страницах.

# **1 Критический анализ построения структур отечественных и зарубежных систем пожарной безопасности, обеспечивающие быструю и эффективную ликвидацию аварий и катастроф на объектах перехода через морские заливы**

## **1.1 Оперативно-тактическая характеристика объектов инфраструктуры транспортного перехода через Керченский пролив, как объектов защиты**

Темрюкский район расположен в северо-западной части Краснодарского края. Площадь района составляет 1957 км<sup>2</sup>, что составляет 2,6 % от всей территории Краснодарского края и расположен на всей территории Таманского полуострова. Численность населения составляет 124077 человек. Из них 31,2 % — городские жители и 68,8 % — сельские жители. С 2008 года количество населения увеличилось на 9062 человек.

Основную часть границ района, представляет из себя береговую линию, на юго-западной части - Чёрного моря, на северной - Азовского, на западной - Керченского пролива. Общая протяжённость береговой линии 250 км, из которых 220 км - песчаные пляжи. Темрюкский район граничит со Славянским, Крымским и Анапским муниципалитетами (рисунок 1):





Рисунок 1 – Расположение Темрюкского района в Краснодарском крае

Удаленность от краевого центра г. Краснодар – 152 км. Расстояние до близкого аэропорта и пассажирской железнодорожной станции в г. Анапа приходится 40 км.

В состав Таманского региона входят: 1 город, 8 станиц, 28 населенных пунктов и 2 хутора. Данный регион содержит разветвленную сеть автодорог совместной протяженностью 676,4 км, федерального назначения – 68,8 км, краевого значения – 233,5 км. Доля дорог с жестким покрытием составляет 81 процент, дороги с гравийным или же грунтовым покрытием соответственно 19 процентов.

На Таманском полуострове запланировано построить восемнадцать агрофирм различного направления, новые рисовые хозяйства, рыбоконсервные предприятия, хлебозаводы, пять заводов по ремонту судов, а также двадцать два больших и средних транспортных комплекса, международные порты, такие как «Темрюк», «Кавказ» и новый современный порт «Тамань».

В южной части пролива Таманского полуострова с юго-востока на северо-запад в сторону мыса Ак-Бурун протягивается коса и полуостров Тузла, суммарная длина коих в пределах 11,5 км. Ширина косы 70-180 метров.

Керченский или же Керчь-Еникальский пролив, в древности Босфор Киммерийский, объединяет Азовское море с Черным. Длина пролива по прямой, соединяющей северную и южную рубеж, оформляет 43 км, а по фарватеру – 48 км. Предельная ширина пролива – 42 км.

При выходе в Азовское и Темное моря, пролив содержит форму раструба, сужающегося к середине. При входе в пролив со стороны Азовского моря глубина моря не выше 10,5 м, а со стороны Черного, глубина составляет 18 м.

На косе Свинья находится порт Кавказ с акваторией, огражденной двумя волнозащитными молами, расположена нефтебаза, автотрасса, стальная железная проезжая часть. В географическом отношении транспортный переход находится в западной части Таманского полуострова в Темрюкском районе, в 8 км западнее станицы Тамань.

Линия мостового перехода протекает по острову Тузла, окружающему в Керченском проливе Азовского моря меж Керченским и Таманским полуостровами.

Схема с указанием размещения транспортного перехода (рисунок 2):



Рисунок 2 – Схема транспортного коридора через Керченский пролив

Учтено размещение транспортного перехода с автомобильной дорогой и железными путями, сооружениями эксплуатирующих мостовых служб и размещение баз эксплуатационной службы перехода.

К основным показателям объекта следует отнести следующие:

- высота до отметки проезжей части - до 40 м от уровня земли,
- протяженность – 19029,75 м,
- пролеты моста – 55 и 63 м,
- судоходный пролет – 227 м,
- категория железнодорожной линии на участке транспортного перехода – II,
- категория автомобильной дороги на участке транспортного перехода – IБ,
- тип дорожной одежды – капитальный,
- вид покрытия – асфальтобетон,
- общее количество полос автомобильной дороги – 4,
- количество железнодорожных путей – 2.

При строительстве автодорожного моста построено 288 опор (на грунте – 203 шт., на море – 85 шт.), для железнодорожного моста 307 опор (на грунте – 222 шт., на море – 85 шт.). Всего забито 6742 различных свай.

По данным общеэкономических изысков средняя в году среднесуточная насыщенность оживленности на транспортном переходе на 2034 г. составит 30090 автомобилей в сутки.

Для функционирования мостового перехода предусмотрено эксплуатация трех производственных баз эксплуатационных мостовых служб с размещением на Керченском берегу, Таманском берегу и на косе Тузла.

На площадке производственной базы эксплуатирующих мостовых служб предусматривается размещение следующих объектов на Таманском берегу: административно-бытового корпуса, ремонтно-механических мастерских, складских зданий, гаражей, бокса для хранения подвижного состава узкоколейного транспорта, сооружения на восточном устье, площадки

для хранения щебня и песка, ангара для хранения плавательных средств, ангара для хранения плавательных средств ВОХР, пожарных резервуаров, насосной станции, казармы на 86 человек, здания стрелковой команды, постовой будки, зоны питомника с вольерами для шести служебных собак и кормокухни, площадки для построения караула, поста для заряжения/разряжения оружия, поста караульной собаки с будкой для укрытия, одиночного окопа, очистных сооружений, электрической трансформаторной подстанции, контрольно-пропускного пункта (рисунок 3):

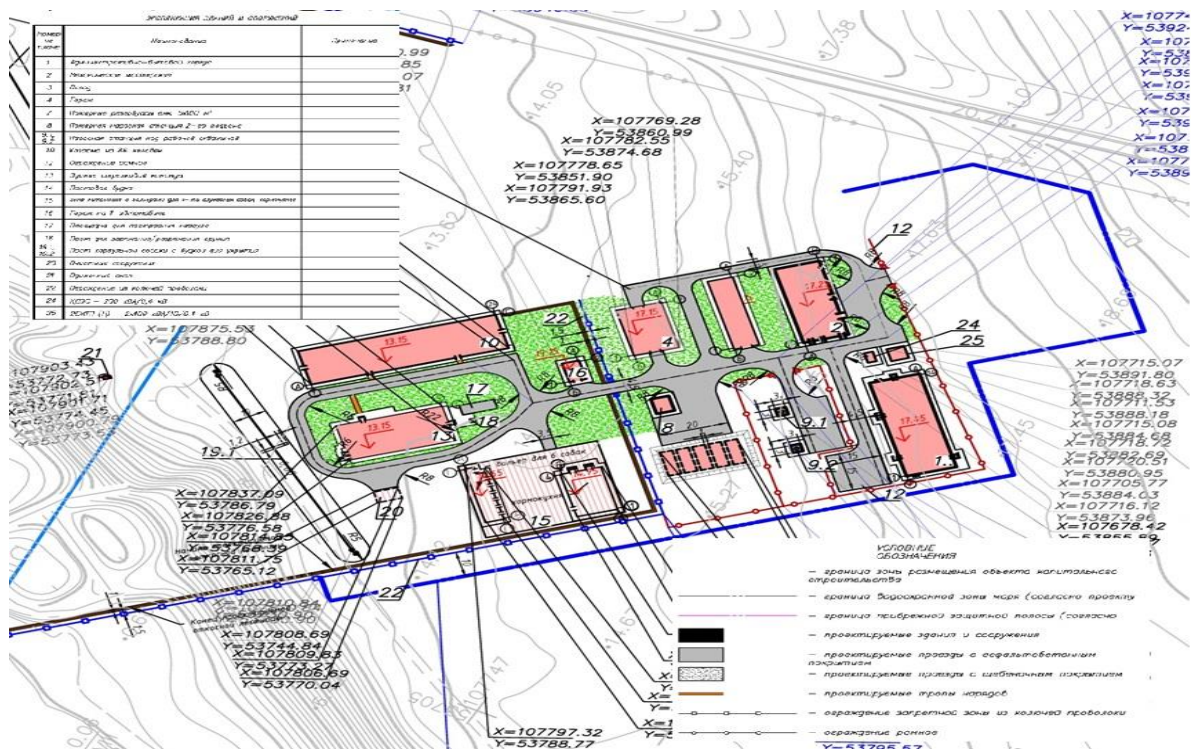


Рисунок 3 – Схема расположения объектов на Таманском берегу

Производственная база на площадке эксплуатирующих мостовых служб предусматривает размещение следующих объектов на косе Тузла: пункта концентрации автобазы, ангара для хранения плавательных средств, ангара для хранения плавательных средств военизированной охраны (далее – ВОХР), пожарных резервуаров, насосной станции над рабочей скважиной, здания



стрелковой команды, постовой будки, гаража на 1 автомобиль, площадки для построения караула, поста для заряжения/разряжения оружия, одиночного окопа, электрической трансформаторной подстанции, контрольно-пропускного пункта (рисунок 4):

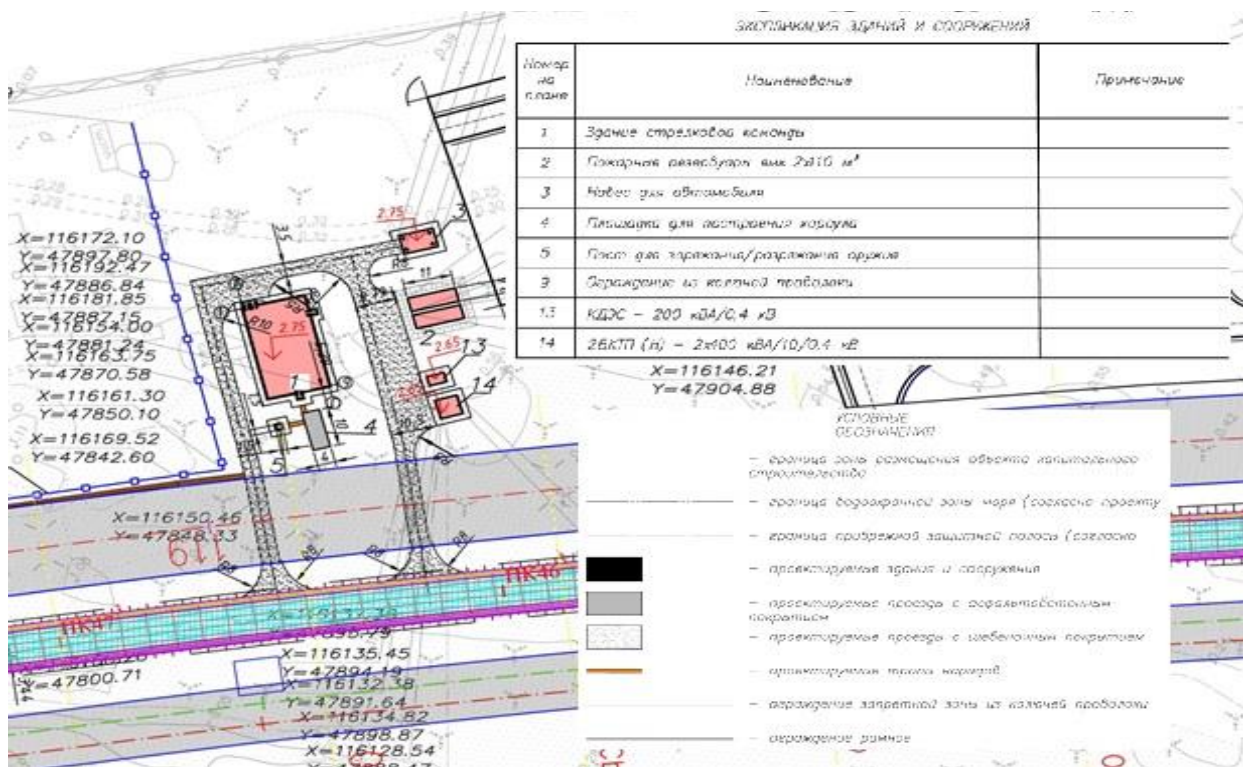


Рисунок 4 – Схема расположения объектов на косе Тузла

Общепроизводственная площадка эксплуатирующих мостовых служб предполагает размещение следующих объектов на Керченский берегу: административных и бытовых корпусов, ремонтно-механических мастерских, складов, гаражей, площадки для хранения щебня и песка, ангара для хранения плавательных средств, ангара для хранения плавательных средств военизированной охраны, пожарных резервуаров, насосной станции второго подъема, насосной станции над рабочей скважиной, казармы на 70 человек, здания стрелковой команды, постовой будки, зоны питомника с вольерами для шести служебных собак и кормокухней, площадки для построения караула,

поста для заряжения/разряжения оружия, поста караульной собаки с будкой для укрытия, одиночного окопа, очистных сооружений, электрической трансформаторной подстанции, контрольно-пропускного пункта (рисунок 5):

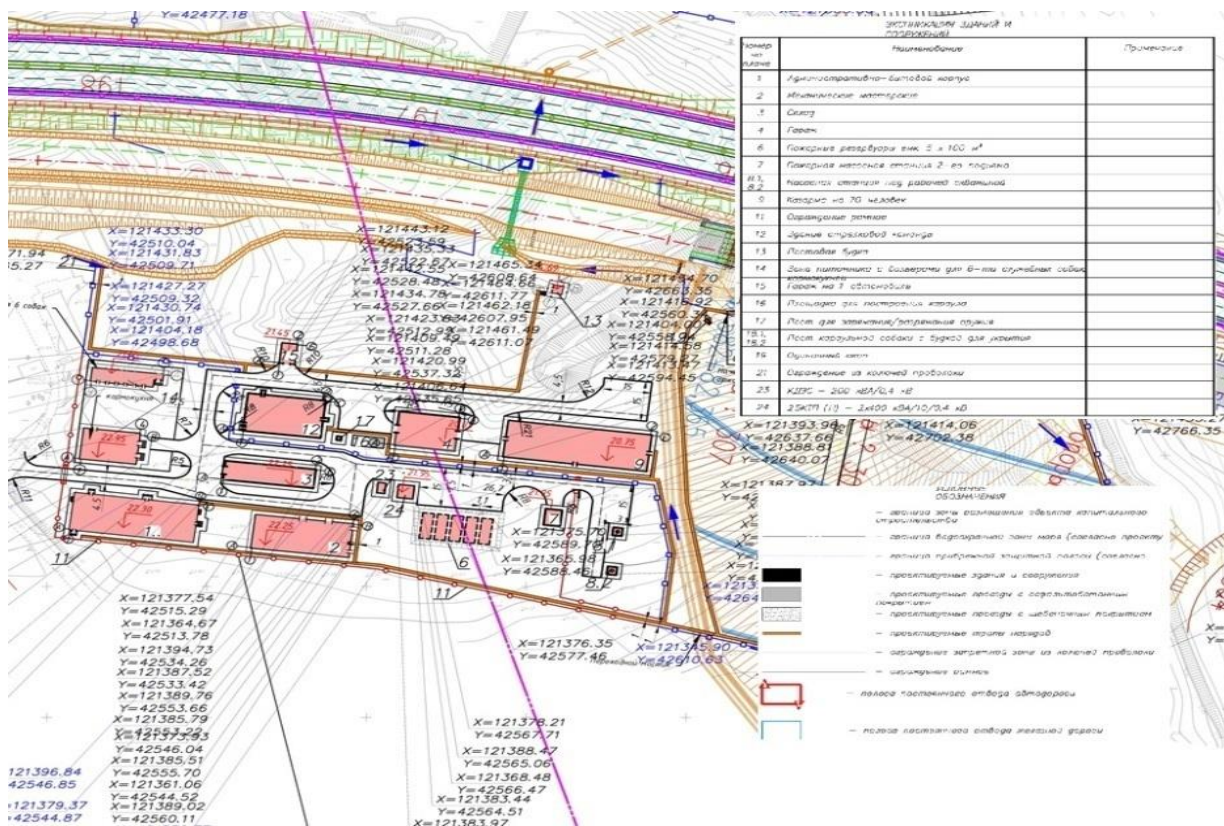


Рисунок 5 – Схема расположения объектов на Керченском берегу

Электроснабжение транспортного перехода учитывается по I категории надежности от шифоньеров электропитания, поставленных в подмостовом месте с перерывом в 1 км начиная с опоры №1. Для аварийного обеспечения электроснабжения учитывается аппарат запасного источника питания – независимые информаторы питания.

На объектах поставлены надлежащие системы водоснабжения: хозяйственно-питьевым водопроводом, противопожарным водопроводом, системой жаркого водоснабжения. Водоснабжение от скважины на земле базы.

Режим работы транспортного перехода и обслуживающих производственных баз исполняется круглосуточном режиме, 365 дней в году. Длительность рабочей смены персонала, обслуживающего рассматриваемые объекты – 8 ч. Режим работы административных отрядов производственных баз в одну смену, 5 дней в неделю. Длительность рабочей смены – 8 ч. Режим работы филиалов производственных баз в одну смену, 5 дней в неделю. Длительность рабочей смены – 8 ч. Режим работы подразделений организации и безопасности движения, ВОХР, отделения эксплуатации автодорожного перехода производственных баз осуществляется в две смены, 7 дней в неделю. Продолжительность рабочей смены – 12 ч. Согласно материалам документации, численность персонала максимально нагруженной смены не будет превышать 330 человек.

Согласно начальным данным транспортная инфраструктура (переход) через Керченский пролив приравнивается к категории особо важных стратегических объектов.

В соответствии с информацией ГУ МЧС по Республике Крым и положениями ГОСТ 55201-2012 [10], территория, а также часть акватории с транспортным переходом попадают в зону световой маскировки. Огнестойкость транспортного перехода обеспечивается применением каменных, железобетонных и бетонных конструкций, асфальтобетонных покрытий, а также применением песчаных и песчано-гравийных насыпей. Во всех помещениях, где работает человек, предусмотрена установка контрольных и управляющих устройств автоматических установок пожарной сигнализации, систем оповещения и управления эвакуацией и неотключаемой радиоточки сети проводного радиовещания.

Водоснабжение производственных баз эксплуатационной службы автомобильного и железнодорожного транспорта обеспечивается от артезианских скважин.

С учетом свода правил 165.1325800.2014 [24], территория размещения транспортного перехода не попадает в зону опасного радиоактивного заражения (загрязнения).

Ведущими технологическими процессами на объекте считаются перемещение легковых и грузовых автомашин (в том числе, осуществляющих перевозку небезопасных грузов), маршрутных транспортных средств, железнодорожного транспорта (в том числе, осуществляющего перевозку небезопасных грузов), а еще проход судов под судоходной аркой сооружения транспортного перехода.

Предусмотрено устройство на мосту судоходной сигнализации в увязке с диспетчерским управлением движения судов в проливе и движением поездов по мосту.

В случае аварии, для обеспечения электроснабжения устройств сигнализации, блокировки, связи и водоснабжения предусматриваются автономные резервные источники питания.

При появлении ЧС на объекте, учитывается выдача соответственного сигнала от автоматической установки пожарной сигнализации на контрольно-управляющие приборы оснащения, требующие выключения в случае появления чрезвычайной ситуации (далее – ЧС).

В силовых трансформаторах применяется трансформаторные масла, относящиеся к категории горючих жидкостей. Работа котельной учтена в автоматическом режиме без неизменного наличия обслуживающего персонала. Аппарат в котельной котлов, оборудуемых горелками, оборудованными системами автоматики и контроля.

Положение радиационной и химического состояния на земле объекта ориентируется в ходе совместного прогноза состояния находящейся вокруг среды по г. Керчь и Таманского региона. В согласовании с притязаниями деятельных устанавливающий стандарты документов в области гражданской обороны, укрытие персонала объекта, приписанного к категории по гражданской обороне (далее – ГО), надлежит учитываться в



защитных сооружениях ГО – убежищах класса не ниже А-IV, на земли объекта, с двумя режимами вентиляции, вместительностью 100 и 230 укрываемых. Пристанище ГО вместительностью 100 укрываемых учитывается расположить на земли производственной базы эксплуатационной службы автодорожного транспортного перехода (со стороны г. Керчь). Пристанище ГО вместительностью 230 укрываемых учитывается расположить на земли производственной базы эксплуатационной службы железнодорожного транспортного перехода (со стороны станицы Тамань).

Эвакуация (экстренный вывод) людей с земли объекта учитывается по переходу на автотранспорте или же пешим порядком в сторону прилегающих к сооружению трасс стойкого функционирования со стороны г. Керчь и ст. Тамань. В случае надобности, в морском районе месторасположения перехода, эвакуация людей может быть организована поддержкой надводного транспорта.

Штатная численность сил и средств Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона показана в таблице 1.

Таблица 1 – Количественное значение сил и средств Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона

Подразделение	Адрес / штатная численность	Количество и вид техники	Расстояние (км) / время прибытия
ПСЧ-144 ФГКУ «11 отряд ФПС по Краснодарскому краю»	Темрюкский район, ст-ца Тамань, ул. Карла Маркса, 202 / 35 ед.	4 ед. тех.: АЦ-40 АЦ-4,5-40 ПНС-110 АР	9 км / 22 мин
ПСЧ-130 ФГКУ «11 отряд ФПС по Краснодарскому краю»	Темрюкский район, г. Темрюк, ул. Таманская, 69 / 33 ед.	3 ед. тех.: АЦ-40 АЦ-5-40 АЛ-30	83 км / 85 мин

Продолжение таблицы 1

Подразделение	Адрес / штатная численность	Количество и вид техники	Расстояние (км) / время прибытия
ПЧ-18 ГКУ КК «Управление ПБ, ЧС и ГО»	Темрюкский район, ст-ца Ахтанизовская, ул. Октябрьская, 100 / 18 ед.	3 ед. тех.: АЦ-30(40) АЦ-3.2(40) АПП УАЗ Патриот	52 км / 56 мин
ПЧ-19 ГКУ КК «Управление ПБ, ЧС и ГО»	Темрюкский район, ст-ца Старотитаровская, ул. Комсомольская, 1 / 18 ед.	2 ед. тех.: АЦ-5(40) АЦ-3.2(40)	54 км / 58 мин
Таманское ПСП ФГКУ Крымского ЮрПСО	Темрюкский район, ст-ца Тамань, Центральный пляж / 24 ед.	2 ед. тех.: АСМ ГАЗ АСМ ФОРД 4 ед. плавсредств	17 км / 25 мин
ГКУ КК «Кубань-Спас»	Темрюкский район, г. Темрюк, ул. Ленина, 25 / 25 ед.	5 ед. тех.: АШ АСМ – 4 ед. 2 ед. плавсредств	81 км / 83 мин
МБУ «Темрюкский АСО»	Темрюкский район, ст. Старотитаровская, ул. Титова, 1а / 17ед.	2 ед. тех.: УАЗ 3 УАЗ	54 км / 58 мин

В период с 2016 по 2018 гг. на территории Темрюкского района зарегистрировано 577 пожаров, 250 дорожно-транспортных происшествий, 10 ЧС иного характера (природные социально-политические), на которых зарегистрировано 62 погибших, травмы различной степени тяжести получили 46 человек.

Разбирая вышеуказанные данные, мы можем следить направленность к увеличению смерти людей при ЧС на территории Таманского региона. Чаще всего чрезвычайные ситуации (пожары, дорожно-транспортные происшествия) в Темрюкском районе в 2016-2018 гг. появлялись в этап летнего сезона и активизацией постройки объектов на земле Темрюкского района. Косвенной предпосылкой может стать увеличение числа отдыхающих в пик курортного сезона и увеличение потока грузовых и легковых автомобилей в Республику Крым через Керченскую паромную переправу. В эти периоды самой большой дилеммой является возникновение нескольких пожаров одновременно.

Распределение количества пожаров по объектам их возникновения и распределение пожаров по причинам их возникновения (таблица 2 и таблица 3).

Проанализировав данные по статистике вещественного вреда, в дальнейшие годы станет малозначительное наращивание вещественного вреда от всевозможных чрезвычайных обстановок.

Этим образом данный анализ говорит о том, собственно, что, не обращая внимания на определенную ситуацию с пожарами на территории Таманского полуострова, в ближайшие годы есть вероятность отклонения ситуации в неблагоприятную сторону. В следствие этого, необходимо в данный момент принять срочные меры по улучшению пожарной защищенности вблизи мостового перехода.

Таблица 2 – Распределение количества пожаров по объектам их возникновения

Вид объекта пожара	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Склады	10	17	22
Жилого дома	142	145	169
Транспортные средства	11	15	22
Прочие	8	7	9
Итого	171	184	222

Таблица 3 – Причины возникновения пожаров

Причины пожаров	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Поджоги	20	21	24
Нарушение правил эксплуатации электрооборудования	21	30	35
Нарушение ППБ при эксплуатации печей	12	14	18
Неосторожное обращение с огнем	111	104	119
Неисправность систем, механизмов и узлов транспортного средства	5	11	19
Другие причины	2	4	7
Итого	171	184	222

Проанализировав данные по статистике материального ущерба, в последующие годы будет незначительное увеличение материального ущерба от различных чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрев статистику с пожарами на территории Таманского полуострова, а также возможные сценарии в ближайшие годы, необходимо немедленно принять меры по улучшению ситуации с противопожарной защитой на территории мостового перехода и территории района в целом.

Рассмотрим следующие вытекающие проблемы:

- пожарная часть № 144 расположена недалеко от вышеупомянутого объекта, где находится оперативный штаб, который, сохраняя при этом нормативное время в двадцать минут, доберется только до 217 опоры автомобильного моста, а это 1/3 от всей протяженности транспортного моста через Керченский пролив;
- отсутствие единой диспетчерской службы экстренного реагирования, при взаимодействиях во время чрезвычайной ситуации;
- отсутствует логистика;
- в районе недостаточно пожарных подразделений.

В результате образуется вывод, что следует принять меры по установкам мер и средств поддержки пожарной безопасности для улучшения чрезвычайной ситуации, и повышения эффективности работы пожарно-спасательных формирований.

## **1.2 Международный и отечественный опыт защиты объектов экономики**

В настоящее время в некоторых государствах мира (Великобритания, США, Франция, Германия) исследованы и реализованы несколько научно-методических работ по обоснованию мест размещения подразделений пожарно-спасательных подразделений.

Исследования, напечатанные в различных литературных источниках, на темы организации работы отрядов пожарно-спасательной службы в государствах, указывают на то, что есть некоторое условия, присущие способам изучения операций [18]:

- проработка моделей по определению месторасположения подразделений;
- обзор процессов действий подразделений;
- создание программного обеспечения для электро-вычислительных машин, с помощью которого возможно моделировать деятельность пожарно-спасательных единиц, подразделений и формирований.

Одна из важнейших задач в работе сводится к решению вопроса о прикрытии формированием как можно большего числа объектов [6]. Одним из важным условием реализации предоставленной цели, считается, чтобы каждый из объектов населенного пункта, находился в зоне подразделения, был защищен, хотя бы одним пожарно-спасательным отрядом или формированием. С экономической выгодной стороны считается, но при этом вопрос по прикрытию всех объектов нужно улаживать, что размещение пожарно-спасательных отрядов было с наименьшими расходами [7].

Из этого следует, что дилемма о полном прикрытии объектов и альтернатива аспектного прикрытия состоит в том, чтобы предустановить требующее количество мест дислоцирования подразделений, при которых все будет защищено от пожаров, при этом задача частичного прикрытия решает

проблему, в которой удовлетворяется наибольшее количество защищаемых объектов [30].

Специалисты проанализировали передислокацию пожарно-спасательных подразделений в населенные пункты, где эта задача была решена на основе концепции «Прикрытия». Эти объекты фигурируют в «прикрытом» состоянии, если один из пожарных подразделений прибывает на место аварии, время прибывания которого не превышает общеустановленных норм [23]. Если один или два объекта попадают в зону, которая считается «нераскрытой», время прибытия будет длиннее, то вводится специальный метод, позволяющий определить, какие пожарные подразделения будут направлены в аварийное место и в какие существующие подразделения их необходимо перенаправить.

Район обслуживания – это часть (сектор) территории, закрепленная за пожарно-спасательным подразделением в качестве приоритетного района действий [19].

Плюс ко всему, переработаны сценарии, в которых, к месту пожара направляется не близлежащее подразделение, по той или иной причине могут послужить различные препятствия, такие как автомобильные заторы, погодные аномалии, ландшафт местности, а иное подразделение, которое находилось ближе. Благодаря этому, во многих зарубежных странах, при определении границ выезда подразделений, применяется бесспорное обязательство, при коем в район выезда подразделения, аннексируются те объекты населенного пункта, в отношении которых, время прибытия и расстояние минимально. При рассмотрении трудов, было фиксировано, что при распланировании районов выезда подразделений, с учетом всех проблематичных показателей влияния по разным частям – среднее время сокращается на 18-20 процентов, в сравнении с планированием реагирования по круговым или квадратным зонам обслуживания [3].

Изучение трудов подтверждает, что при рассредотачивании подразделений по районам выезда, порой учитываются особенности

юридических лиц, организаций и оргструктуры населенного пункта. Большинство зарубежных специалистов, в работах, находят решения для такой задачи как нахождение площади выезда для каждого пожарно-спасательного подразделения, в котором предусмотрены следующие условия:

- общие минимальные затраты времени следования;
- равномерно распределение рабочей силы на подразделения, распределенные на всей территории;
- выравнивание времени направления движения к месту ЧС для каждой зоны обслуживания.

Подвергая рассмотрению допустимые показатели действия различных неотложных служб, те или иные описывают функционал с введением в «теорию очереди вызовов», а именно: количественный показатель чрезвычайной ситуации, за определительный этап времени; время сбора разноличных данных; время прибывания на место происшествия; нахождение подразделений к тому моменту отправки их к месту вызова; умение диспетчера находить приоритет входящих сообщений (заявлений).

При изучении предоставленных данных функционирования оперативной службы, необходимо использовать многоканальные системы массового обслуживания. В исследованиях имеются обстоятельства, которые взаимосвязаны с нарушением определенных свойств случайных процессов и которые в большей степени описывают действия подразделений пожарно-спасательной службы.

Итогом научных исследований в мире, стало предложение вариантов дислокации пожарно-спасательных подразделений по радиусу «ПРИКРЫТИЯ» [28].

В Российской Федерации и СССР до начала серьезных активных научных исследований, нашими учеными проводилась статистика и анализ синхронно возникающих пожаров в некоторых крупных, стратегически важных городах. Целью служило экономически выгодное обоснование

необходимого количество подразделений, которые охраняют города от пожаров [3].

Анализировались способы изучения операций для заключения ряда организационно-управленческих задач пожарной охраны страны. Ведущими и главными задачами на данный период времени были проблемы проектирования аппарата управления, организации и работы профилактики пожаров, а также тушения пожаров, подготовка и обучение сотрудников. Итоги данных изучений представлены в трудах наших научных работников [4-5]. Обобщены и приведены итоги долголетних изучений, приуроченных к выявлению конкретных закономерностей функционирования отрядов пожарной охраны. В результате был изготовлен вывод, собственно, что струи извещений по вызову отрядов описываются рассредотачиванием Пуассона, а кратковременные свойства работы – рассредотачиванием Эрланга соответственного порядка [29]. Применяя способ производящих функций, получены пропорции, которые дают возможность предопределять конкретные смысла возможностей по одновременной занятости работой по реагированию кое-какого количества пожарных отрядов. Еще предложен инженерный расклад по расчету и определению числа пожарных расчетов в населенных пунктах. Детально были рассмотрены вопросы по реализации имитационных моделей работы оперативных отрядов [17].

Анализируются обстоятельства, в некоторых случаях вызовы могут поступать с различных объектов функционального назначения, для каждого необходимо задействовать равноценное количество пожарно-спасательных подразделений. В похожих прецедентах можно найти решение, используя методы имитирования в первом случае и многоступенчатые модели CFR во втором случае. Этот техпроцесс разграничивается на два спецрежима: переходный, в коем сбыточность самосостоянья техносистемы, являются функциями определенного времени и стационарный, в котором достижимости независимы от времени.



Были изучены и распечатаны результаты исследования вызовов пожарной охраны как потока случайных событий во времени. И также был рассмотрен анализ не стационарности, ввиду транзиторному фактору, в связи с этим в качестве транзитивных факторов применились нижеприведенные показатели: месяц года; день недели; время суток. В результате проведенной работы была сформирована гипотеза о том, что возможность реализации случайных величин описывается законом «дисперсии Пуассона».

Автором статьи [4], при расчете вероятности материализации двух потенциальных, вполне вероятных исходов пожара, таких как, наступление смерти и наличия предметного ущерба, отражено, что отвечающий требованиям науки дающего подтверждение возможного ограничения в обслуживании (приеме) вызова, соразмерно с которым может быть предположено необходимое количество огнеборцев, обуславливается не от наличности спецсообщений, свежеполученных диспетчерской службой, непосредственно и от функциональной структуры вызова, полученного сообщения. В ходе исследования было установлено, что целесообразно проводить расчеты для обоснования расположения пожарно-спасательных расчетов, для каждого в отдельности, в связи с отсутствием однозначного решения для всех населенных пунктов и объектов (территорий). Основной характеристикой экономически приводящая к нужным результатам организации действий подразделений, является четко определенный выбор мест месторасположения в многонаселенных пунктах и городах.

В статье [14] автор обращает внимание на вопросы обоснования критерия рационального расположения аварийно-спасательных служб и в свою очередь перспективные эконом-варианты приемлемого дислоцирования различнейших объектов (территорий) с надлежащим учетом их высокофункционального назначения. А также на объекты, промышленных организаций, с учетом их функционального назначения, огнестойкости зданий и сооружений, государственных учреждений и наличия аварийно-спасательных служб, а также на деятельность служб быстрого реагирования,

где значительную роль играют сообщения, а именно их поступление, от которого, по большому счету и зависит время прибытия расчетов на место происшествия.

Соответственно, изучается проблема распределения выезда пожарно-спасательных подразделений города на районы (подрайоны), в отечественных работах говорится, что прилегающая к объекту территория разделена на равные по площади участки, а именно квадраты, где предлагается выявить масштаб площади, уточнить время приезда пожарно-спасательного подразделения к месту чрезвычайной ситуации. Тем самым решение было обосновано тем аргументом, что нужно будет брать во внимание различные факторы, такие как: автомагистральные техусловия, микрорельеф придорожья, атмосферный климат, всевозможнейшие препятствия на пути, автомагистральные знаки. В свою очередь предлагается обратить внимание на пожарную опасность многонаселенного пункта и свойственности тушения пожаров.

В публикации [3] обговаривается результативный подход к расчету насущного количества пожарных подразделений и ко всему прочему к размещению подразделений в населенном пункте и городе. Для идеальной комбинации площади покрытия одного подразделения, предлагается взять классический гексагон, при расчете многопараметровых данных которого используются следующие величины: общесредняя скорость на уклоны, общесреднее синхронических выездов, общесреднее риалтайм автодвижения в дороге, в их числе такие свойства, как комбинационность местности и площадь территории.

В статье [2] показано мотивирование движения автомаршрутов пожарно-спасательных расчетов и выработан вывод о востребованности проведения исследований при выборе маршрута пожарной машины. Исследован метод оценки условий, построенный на определении свойств многообразности автодороги, сказывающихся на аварийную опасность автодорог (бордюрный камень, «разграничительные» полосы, радиусы

изогнутости дорог, крутосклоны дорог, концентрированность движения и дорожные знаки).

В данной статье [3] проанализировано, что при создании расписания выезда (подвыезда) на объекты, нужно принимать во внимание всевозможные обстановки, когда в результате выезда на объект (населённый пункт) предназначенного числа пожарно-спасательных подразделений, при этом оставшееся в подразделение количество не сможет достаточно своевременно и качественно отреагировать на поступившее сообщений в своем районе выезда (подвыезда).

Анализируется зону расположения подразделения с условием, что время прибытия всех расчетов не превышает нормативного времени. Защита населенного пункта (объекта) от чрезвычайной ситуации устанавливается в соответствии с принципом размещения пожарно-спасательных подразделений в некоторых точках населенного пункта таким образом, чтобы окрестности(территории) пунктов вместе охватывали всю территорию населенного пункта(объекта) [26]. Анализируемая задача была предложена для решения методом дискретной оптимизации. Для этого требуется предварительный детальный анализ всех опасных, социально значимых объектов населенного пункта.

При оптимизации основных задач с учетом финансовых затрат, внимание было направлено на разработку целевых методов и учет имущественных последствий чрезвычайной ситуации, а также на техническое обслуживание и эксплуатацию оперативных подразделений.

Реальный вариант оптимизации развертывания будет наилучшим, если в расчетах будут использованы сумма потенциального ущерба от чрезвычайной ситуации и денежные затраты на содержание пожарно-спасательного подразделения в течение определенного периода. Функции разделены на две части:

- первая часть функции отражает материальную убыль, при условии, что сообщение оперативному диспетчеру аварийной службы о

чрезвычайной ситуации, получено в весьма непродолжительный промежуток времени, с момента аварии;

- вторая часть функции отражает имущественный ущерб, вызванный чрезвычайной ситуацией, когда подразделения с запозданием прибывают на место чрезвычайной ситуации. Это происходит в последствии позднего обнаруживая пожара, поздняя транслирование сообщения, отказ в обслуживании из-за занятости в связи с другим инцидентом. Для оптимизации предусмотренной целевой функции, принимается решение об определении количества пожарно-спасательных машин, необходимых для многонаселенного пункта.

Были определены параметрические модели границ района (подрайона) выезда подразделений при уменьшении время в пути в населенном пункте (городе), разного объема работ и времени пути в каждом районе (районе) города. В то же время наблюдаем, что при фиксировании границ районов (подрайонов) выезда пожарных подразделений, необходимо применять коэффициент снижения ущерба в городе (населенном пункте).

Подтверждено, что чем меньше времени будет потрачено на маршрут до места чрезвычайной ситуации, тем позже наступят критические факторы пожара и тем меньше времени потребуется для ликвидации аварии.

При рассмотрении, в отечественных работах, зданий, дома, помещения и соединяющие их инженерные коммуникации, а также автомобильные дороги, рассматриваются несчастные случаи, по какой-либо причине также могут произойти на маршруте пожарной машины, что затрудняет передвижение. К ним также можно отнести: поломка автомобиля, пробки, перекрытие дорог на железнодорожном переезде, по которому можно выявить частоту генерирование вышеприведенных инцидентов и, соответственно, возможность их появления. Эти происшествия отображают условный временной пробел, который может приумножить время пути пожарного автомобиля к месту чрезвычайной ситуации.

Указывается, что, чем наименьше времени истрачивается огнеборцами на путеследования, тем позже могут возникнуть острокритические мотиваторы пожара и меньше времени понадобится на ликвидацию ЧС. В отечественных работах, также, при анализировании реагирования на ЧС на объекты экономики, принадлежащих промзданий, спецсооружений и коммутирующих их между собой автокоммуникации в очертанье некоторого намеченного транспортного графа, принимаются в расчет инциденты, которые возможны на маршруте автоследования (неисправность автомобиля, «пробки» на автодорогах, перекрытие дороги на железнодорожном переезде и др.). Вымеряется частота циклизации вышеописанных инцидентов и взаимосоответствующая вероятность их возникновенья. Указанные инциденты (происшествия) выводят на поверхность определенный временной интервал, который может увеличивать время следования автомобиля к месту ЧС.

Рассмотренный в статье [3], важный для настоящего момента, систематичный подход к определению требуемого количества пождепо и пожарно-спасательного оборудования, для защиты населенных пунктов (городов), при всем этом, различных объектов от самых разных чрезвычайных ситуаций. В корне такого метода, заключается следующее, а именно, просчитывается как возможно большее отдаление от промобъекта защиты до места расположенности пожарно-спасательного подразделения. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» построил ряд макроисследований по фондированию мест месторасположенья подразделений, по оргвопросу целей выезда гарнизона, в конечном счете, был выработан нормативный документ - Свод Правил 11.13130.2009 «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Процедура и метод определения» [23].

В результате теоретических исследований специалистами в области противопожарной защиты были разработаны компьютерные информационно-

аналитические модели, решения и системы для моделирования деятельности и обоснования необходимости в ресурсах оперативных пожарно-спасательных подразделений [27].

Выводы по разделу.

Наличие на территории Темрюкского района серьезных объектов экономики предполагает расположение достаточного количества пожарно-спасательных подразделений, которые могут своевременно реагировать на возможные чрезвычайные ситуации. Вероятность заблаговременного прибытия подразделений к местоположению ЧС это приводит, при всех других сценариях, к уменьшению размера полного и частичного предметно материальной порчи имущества от чрезвычайных ситуаций, да и к уменьшению числа людей, которые погибают и получают ранения.

Финансовая необходимость получаемых мероприятий по сокращению времени движения, которые требуют определенных материальных затрат, можно определить размерами уменьшения материального ущерба в результате их проведения.

Положение пожарно-спасательных автомашин, аварийно-спасательной техники, компетентная подготовка собственного состава, положение помещений (пожарных депо) на пространствах дислокации отрядов, масштабный процесс обновления и расширения инфраструктуры Таманского полуострова (строительство рядов газопроводов, рядов электропередач, наращивание и становление портовых мощностей по перевалке небезопасных грузов, транспортных трасс и мостовой переход на Керченский полуостров) настоятельно просят особенного больше пристального интереса на самом высочайшем уровне. А на фоне уменьшения числа собственного состава пожарно-спасательных отрядов Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона, участвующих именно в тушении пожаров и ликвидации других чрезвычайных обстановок, становится под опасность оперативное реагирование пожарных отрядов.

## **2 Теоретическое исследование процесса возникновения, ликвидации чрезвычайных ситуаций и проектирование систем пожарной безопасности на транспортном переходе через Керченский пролив**

### **2.1 Типовые чрезвычайные ситуации на объектах транспортного перехода через Керченский пролив**

В качестве наиболее вероятных происшествий, в результате которых может сложиться незапланированная ситуация антропогенного характера на объекте и за его пределами, рассматриваются пожар (взрыв) в зданиях и сооружениях объекта, обрушение элементов транспортного перехода, аварии на сетях инженерного обеспечения объекта, аварии на потенциально опасных участках на территории объекта.

По автомобильной и железной дорогам вероятна перевозка небезопасных материалов и веществ, например, возгораемых и легкогорючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов [22].

При вычислении, на основании информации из развернутых первоисточников, принимаются нижеприведенные объемы (таблица 4).

Таблица 4 – Объемы транспортируемых опасных грузов

Вид транспортной магистрали	Нефтепродукты - бензин, дизельное горючее, 1 цистерна	Сжиженные углеводородные газы, 1 цистерна	АХОВ – хлор, 1 цистерна	АХОВ – аммиак, 1 цистерна
Автомобильная дорога	12,6 т	9,4 т	25,7 т	11,6 т
Железнодорожная дорога	14,8 т	10,8 т	30,2 т	13,6 т

На участке электрических трансформаторных подстанций в силовых трансформаторах предусматривается использование трансформаторного масла, относящегося к категории горючих жидкостей. Количества

трансформаторного масла в каждом трансформаторе зависит от его мощности, и составляет 1х545 кг. В качестве преимущественно правдоподобных незапланированных совокупных обстоятельств техногенного характера на участках трансформаторной подстанции рассматриваются: пожар пролива трансформаторного масла, поражение обслуживающего персонала электрическим током.

Для работы газовой котельной в качестве сырья предусматривается топливоиспользование природного газа, приходящего по подземельному газонефтепроводу среднего давления. Макроанализ катастрофичных ситуаций на газонефтепроводах, раскрывает, что особенно взрывопожароопасным может быть смесеобразование облака газовой смеси (ГВС) при вытекании газа за время, предписываемое для включения отключающей арматуры, в случае нарушения герметичности узлов инжекции газа в парокотельную. В качестве основного поражающего фактора рассматриваются воздействие давления газовой смеси (дефлаграционном сгорании) распрыскаемого облака газовой смеси [12].

Показатели взрывопожароопасности и токсичности опасных веществ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели взрывопожароопасности и токсичности опасных веществ

Вещество	Температура		Предел воспламенения воздухом				Класс опасности	ПДК мг/м <sup>3</sup> ГОСТ 2.1.005-88
			Температура, °С		Концентрационный, % (по объему)			
	вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний	нижний	верхний		
Мазут	150	350	90	170	1,4	8,0	III	300

Сведения о потенциально-опасных объектах, расположенных рядом с мостовым переходом приведены в таблице 6.



Таблица 6 – Сведения о потенциально-опасных объектах

Наименование ПОО	Адрес ПОО	Расстояние от проектируемого объекта до ПОО	Опасные вещества, храняемые на ПОО	Кол-во опасного вещества
ГУП РК «НПП Крымрыба»	г. Керчь, ул. Свердлова, 49	около 1 км	аммиак	12 т
ООО «ГЛАСС ТРЕЙД+»	г. Керчь , ул. Кирова, 24	около 3 км	аммиак	7,14 т
ООО «Керчьхолод»	г. Керчь, ул. Цементная слободка, 51	около 0,2 км	аммиак	10 т
МАЗС № 35 ООО «ТЭС»	г. Керчь, ул. Свердлова, 49-6	около 1 км	горючие жидкости	70,64 т
			пропан-бутан	5,19 т
ООО «Альянс- газ»	г. Керчь, ул. Чкалова ,158	около 1,8 км	пропан-бутан	4,8 т
ООО «ТЭС- терминал»	г. Керчь, ул. Свердлова , 49	около 1 км	пропан-бутан	4977 т
ГУП «Крымские морские порты»	г.Керчь, ул. Свердлова, 49	около 1 км	дизельное топливо	4,0 т
ООО «Ювас Транс Верфь»	г. Керчь, ул. Кирова, 22	около 3 км	газообразный кислород; пропан бутан	14 т 0,4 т
ООО «Трансбункер- Керчь»	г. Керчь, ул. Танкистов, 4	около 7,3 км	горючие жидкости	2184 т
ООО «ЮВАС - ГАЗСЕРВИС»	г. Керчь, ул. Айвазовского, 29-а	около 1,8 км	пропан-бутан	1044 т
ООО «МЕТАНГАЗ»	г. Керчь, ул. Чкалова, 151	около 1,8 км	метан; пропан-бутан	0,1 т 5,0 т
ПАО «АЕГАЗ Терминал»	г. Керчь, ул. Цементная слободка, 51	около 0,2 км	пропан-бутан	3750 т
ООО Фирма «Трал»	г. Керчь, ул. Свердлова, 49	около 1 км	кислород; пропан-бутан	0,3 т 0,3 т
ООО «Керчь Транс Ойл»	г. Керчь, ул. Свердлова, 49	около 1 км	дизельное топливо	13050 т
Участок трассы М-17	г. Керчь	около 0,1 км	бензин, дизельное топливо	57 т
			пропан-бутан	40,5 т
			хлор	57 т
			аммиак	57 т

Схема с указанием размещения потенциально-опасных объектов показаны на рисунке 7:

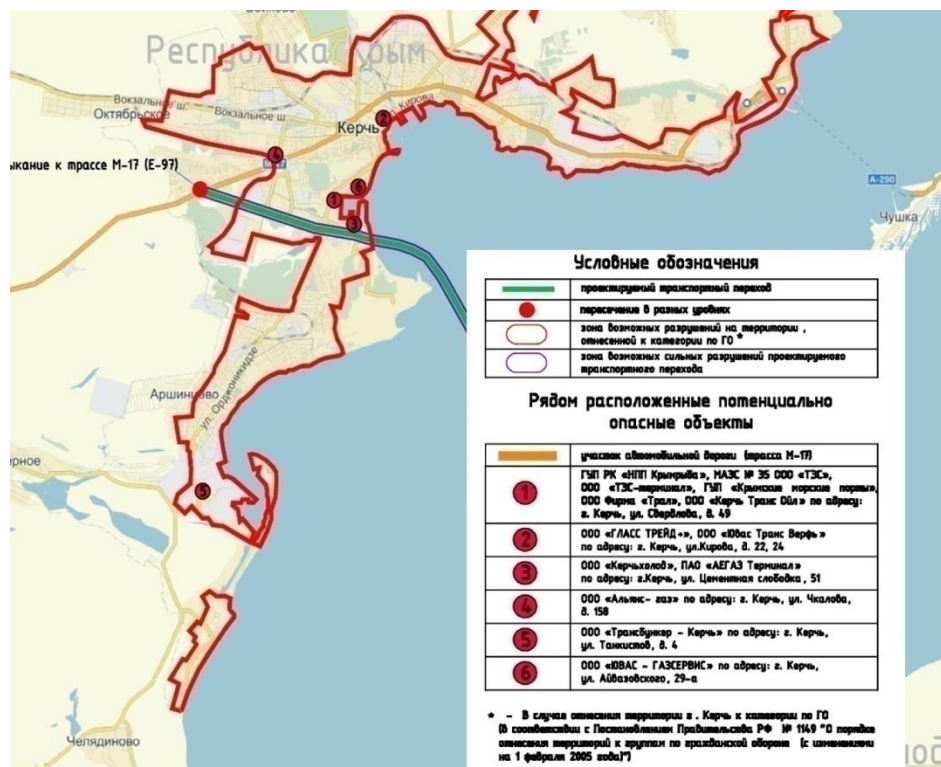


Рисунок 7 – Схема размещения потенциально-опасных объектов

Согласно материалам проектной документации, меж опорами № 252 и № 253 транспортного перехода (автомобильная дорога), на расстоянии (по плоскости сооружения) 3,34 км от Керченского полуострова и 14,6 км от Таманского полуострова, предусмотрена судоходные арки. Абсолютная длина арки составляет 228 м, под ней предусматривается судоходный габарит 35 м, опоры моста сечением 31,0 x 19,8 м.

С учетом результатов анализа данных из открытых источников по ЧС на водных объектах, в настоящем разделе рассмотрены сценарии аварии, которые могут развиваться до уровня ЧС, при столкновении (навале) судна с опорами моста.

Как раз южная доля Азовского моря характеризуется большим среднегодовым количеством дней со скоростью ветра как больше 10 м/с и

больше 15 м/с. В случае если над большей частью акватории Азовского моря ветры скоростью больше 14 м/с имеют большей частью северо-восточное и восточное направление, то в Керчи подобный вихрь имеет возможность наблюдаться ещё и с юга. Большая повторяемость штормов приходится на этап февраль – март, а кратчайшая на август – сентябрь.

Сообразно начальным сведениям и притязаниям, транспортный переход располагается в 6 балльной сейсмической зоне, со стороны Республики Крым, и в 9 балльной сейсмической зоне, со стороны Краснодарского края.

К небезопасным явлениям, которые имеют все шансы воздействовать на работу мостового перехода, относятся: штормы, смерчи, крепкие и порывистые ветры; лимитирование видимости (туман, снегопады, вьюга, мощный ливень, дымка); грозы; снегопады; гололедица. Предпосылки появления ДТП возможно условно объединить в три группы: разрушение (нарушение герметичности) емкостей при транспортировке (перевозке), разрушение (нарушение герметичности) технологического оснащения, продуктопроводов и спецарматуры, и сбои систем контраварийной защиты, промахи, опаздывание, инертность техперсонала в штатных и нештатных обстановках (ситуациях), несанкционированные воздействия персонала; наружные влияния природного и техногенного характера [9].

Нарушение прочности емкостей при транспортировке, технологического оснащения и трубопроводов имеет вероятность быть вызвано заводскими недостатками, дефектами сварочно-монтажных работ(огневых), хрупкостью металла, износом, температурной деструкцией, коррозионными процессами.

Наружные механизационные микроповреждения возможны вследствие взаимовлияния губящих факторов антропогенных аварий на примыкающих спецобъектах и материально-технических узлах, а также в результате инородного вмешательства (диверсии).

Причины, связанные с наружными влияниями естественного и техногенного характера, такие как: гроза и разряды электроэнергии,

попадание оборудования в область воздействия губящих факторов поломок, происшедших на прилегающих объектах, преднамеренные действия (диверсия).

Анализируя вышеуказанную информацию, мы понимаем, что на объектах защиты могут произойти различные природные, техногенные и экологические чрезвычайные ситуации. Разделив их на три группы, мы получим:

- чрезвычайные ситуации, не связанные с пожарами,
- чрезвычайные ситуации, которые могут привести к пожару,
- чрезвычайные ситуации, относящиеся к пожарам.

## **2.2 Типовые сценарии развития возможных чрезвычайных ситуаций на объектах транспортного перехода через Керченский пролив**

В качестве возможных чрезвычайных обстановок антропогенного характера при трагедиях на автотранспорте обговариваются: загорание (взрыв) паров ЛВЖ (ГЖ) или же взрывопожарного газа в итоге какого-нибудь воздействия; горение пролива ЛВЖ (ГЖ) и взрывопожарного газа при разгерметизации емкости транспортировки.

На базе анализа оснований появления и сопутствующих моментов, определяющих финал аналогичных ДТП, беря во внимание особенности происходящих технологических процессов, качества перевозки небезопасных грузов и их периодичность, возможно отметить надлежащие типовые сценарии трагедии с ролью автоцистерны при транспортировке определенных грузов: горение пролива, взрыв тучи топливно-воздушной смеси на открытой площадке, горение пролива и взрыв емкости [21].

Параметры поражения преизбыточным давлением в направлении пневмоударной волны, принимаемые при оценке обстановки, возникшей в

результате ЧС, развивающейся со взрывом ТВС и параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов приведены в таблицах 7– 14.

Таблица 7 – Параметры поражения, принимаемые при оценке обстановки, возникшей в результате ЧС

Поражение зданий и сооружений	Избыточное давление, кПа
Полное разрушение зданий	66
Сильные повреждения, здание подлежит сносу	33
Средние повреждения	25
Разбито 90% остекления, слабые разрушения	4
Разбито 50% остекления	2
Поражение людей	
Смертельное поражение 99% людей в зданиях и на открытой местности	70
Гибель или серьезные поражения тела и барабанных перепонки при воздействии взрыва, при обрушении части конструкций зданий или перемещении (отбросе) тела	55
Поражение людей	Избыточное давление, кПа
Серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения обломками зданий. Имеется 10 % возможность разрыва барабанных перепонки	24
Кратковременная утрата слуха или же травмы в итоге вторичных эффектов (летальный исход серьезные повреждения являются маловероятными событием)	16
Порог поражения людей (высокая вероятность отсутствия летального исхода или серьезных повреждений). Имеется вероятность травм, связанных с разрушением стекол и повреждением стен зданий.	5

Таблица 8 – Параметры поражающих факторов при авариях с ЛВЖ и СУГ при разгерметизации автомобильной автоцистерны с пожаром пролива ЛВЖ и СУГ

Наименование вещества	Наличие нефтепродукта (т)	Масштаб пожара, (м <sup>2</sup> )/Эфф. диаметр пролива, (м)	Радиусы зон поражения людей (м), с учетом образующееся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				Продолжительность, (мин)
			смертность с вероятностью 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1-й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	безопасное расстояние для человека в брезентовой одежде, при 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
Бензин автомобильный	11,34	1196/ 39,0	нет	25	30	38,5	3,2
			Радиусы зон воспламенения веществ и материалов на прилегающей территории, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			воспламенение сухого покрытия через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение твердого пластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение авторезины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение древесины через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
			нет	нет	нет	19,6	

Таблица 9 – Параметры зон поражения при трагедии со взрывом ТВС на открытой местности при разгерметизации автоцистерны с автомобильным бензином, при объеме топлива в облаке 40,7 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65,9 - 71	5,5	99	5,0	99
34 - 57	8,0	90	6,0	90
24 - 25	9,0	50	10,0	50
5 - 19	37,0	10	12,0	10
2 - 5	69,0	1	30,0	1

Таблица 10 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом автоцистерны с автобензином в очаге пожара, возгоревшемся вследствие нарушения герметичности (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве – 39,2 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 72	9,0	99	8,0	99
30 - 56	13,0	90	9,0	90
30 - 50	15,0	50	15,0	50
4 - 17	59,0	10	21,0	10
2 - 6	116,0	1	48,0	1

Таблица 11 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом автоцистерны с автобензином в очаге пожара, возникшем вследствие разгерметизации (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве – 26,91кг)

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
66 - 70	19,5	99	18,0	99
34 - 45	29,0	90	20,0	90
21 - 33	35,0	50	35,0	50
3 - 17	128,0	10	44,0	10
2 - 5	247,0	1	113,0	1

Таблица 12 – Параметры поражающих факторов при авариях с АХОВ при разгерметизации автомобильной цистерны

Параметры	Сильнодействующие ядовитые вещества
	аммиак
Масса пролившегося АХОВ, т	10,4
Количество АХОВ в «первичном облаке», т	0,0
Количество АХОВ во «вторичном облаке», т	0,1
Время от начала аварии, час	0,8
Масштаб первого облака, км	0,3
Масштаб второго облака, км	0,6
Расчетная глубина зоны заражения, км	0,7

Таблица 13 – Параметры поражающих факторов при авариях с АХОВ при разгерметизации автомобильной цистерны

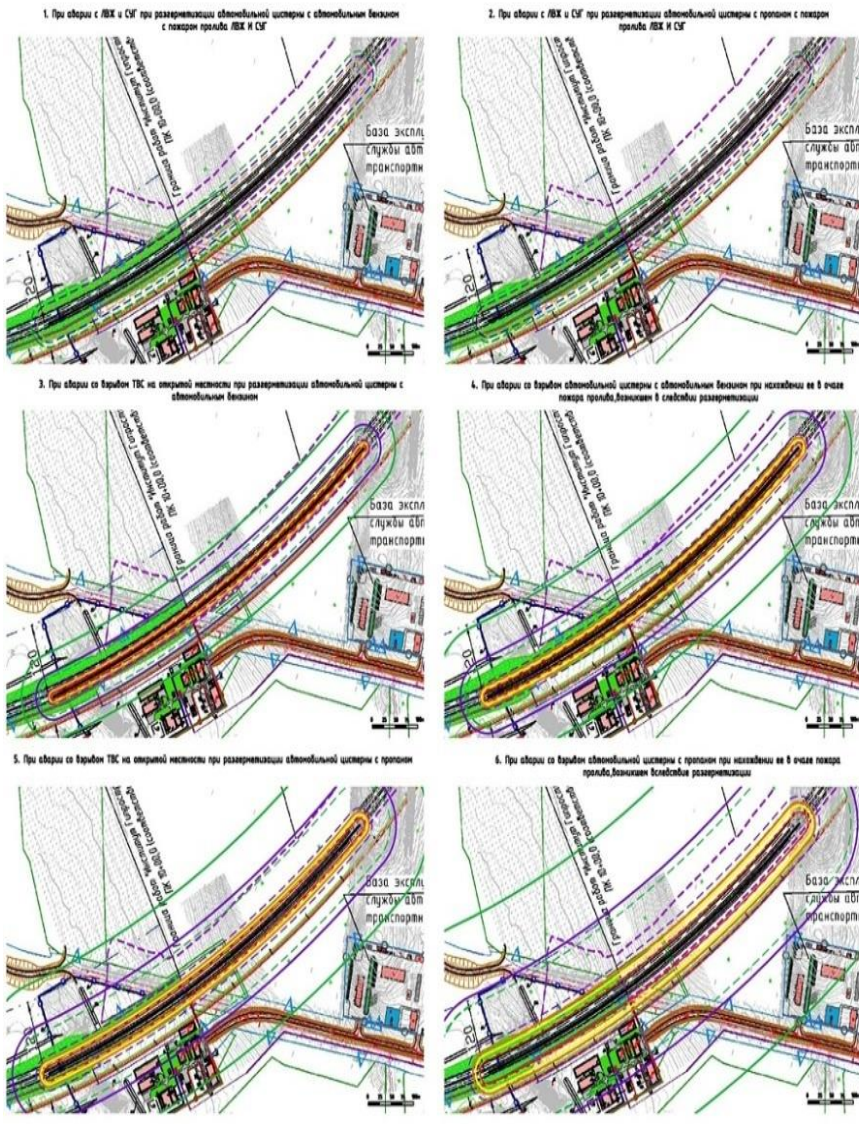
Параметры	Сильнодействующие ядовитые вещества
	хлор
Масса пролившегося АХОВ, т	23,1
Количество АХОВ в первичном облаке, т	1,0
Количество АХОВ во вторичном облаке, т	4,5
Время от начала аварии, ч	0,9
Радиус расширения «первичного облака», км	2,1
Радиус расширения «вторичного облака», км	5,1
Расчетная глубина зоны заражения, км	6,1
Расчетная скорость ветра, км/ч	10,8
Время подхода зараженного облака к объекту, мин	2,7
Сектор, град.	45

Таблица 14 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом ТВС на открытой местности при разгерметизации автомобильной цистерны с пропаном при объеме топлива в облаке 11925 кг



Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 70	11,5	99	11,0	99
33 - 55	17,0	90	12,5	90
25 - 24	20,1	50	20,7	50
4 - 16	80,0	10	27,2	10
3- 5	150,0	1	66,9	1

Вывод по итогам расчетов: при авариях на транспортном переходе с ролью автодорожной цистерны, транспортный переход всецело попадает в зоны воздействия поражающих аспектов при ЧС, территории производственных баз, частично попадают в зоны функционирования субстанциональных поражающих факторов при автопроисшествиях. Графические данные приведены на рисунках 7 – 9.



**ЭКСПЛИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВОХР и ПЧН**

Номер по плану	Наименование	Примечания
1	Административно-бытовой корпус	
2	Министерство внутренних дел	
3	Склад	
4	Гараж	
5	Площадка для хранения нефти и масла	
6	Банк для хранения подвижного состава железнодорожного транспорта	
7	Площадка для хранения авт. ЗИЛов	
8	Навесная станция 2-го подъема	
9,1, 9,2	Навесная станция над рабочей обочиной	
10	Кладовые на 80 человек	
11	Аварар для хранения автомобилей ПЧ ИСОД	
12	Сараи для хранения	
13	Зона стрелочной канализации	
14	Площадка для хранения	
15	Зона хранения с вагонами для 4-го класса поездов, парковочной	
16	Гараж на 1 автомобиль	
17	Площадка для хранения автомобилей	Земля
18	После для хранения/разгрузки груза	
18.1, 18.2	После карьерной добычи с бурой для хранения	
20	Очистные сооружения	
21	Общественный туалет	
22	Сараи для хранения/разгрузки груза	
23	Аварар для хранения автомобилей ВОХР	
24	КДЭС - 200 кВт/ч/ч/ч	
25	ЗИЛы 80 - 2х400 кВт/ч/ч/ч	

**Условные обозначения ПЧ ПЧС**

При аварии с наездом правого ЛВЗ и СУГ		При взрыве ТЭС в открытом пространстве с взрывом в 6 очле поворота	
Поражение людей на открытой местности	Радиус, м	Поражение людей на открытой местности	Радиус, м
--- 10% поражение	1, 2	--- 10% поражение	1, 2, 3, 4
--- 50% поражение	3, 4	--- 10% поражение	5, 6, 7, 8, 9, 10
--- 100% поражение	5, 6	--- 50% поражение	11, 12, 13, 14, 15
--- 100% поражение	7, 8	--- 100% поражение	16, 17, 18, 19, 20
--- 100% поражение	9, 10	--- 100% поражение	21, 22, 23, 24, 25
--- 100% поражение	11, 12	--- 100% поражение	26, 27, 28, 29, 30
--- 100% поражение	13, 14	--- 100% поражение	31, 32, 33, 34, 35
--- 100% поражение	15, 16	--- 100% поражение	36, 37, 38, 39, 40
--- 100% поражение	17, 18	--- 100% поражение	41, 42, 43, 44, 45
--- 100% поражение	19, 20	--- 100% поражение	46, 47, 48, 49, 50
--- 100% поражение	21, 22	--- 100% поражение	51, 52, 53, 54, 55
--- 100% поражение	23, 24	--- 100% поражение	56, 57, 58, 59, 60
--- 100% поражение	25, 26	--- 100% поражение	61, 62, 63, 64, 65
--- 100% поражение	27, 28	--- 100% поражение	66, 67, 68, 69, 70
--- 100% поражение	29, 30	--- 100% поражение	71, 72, 73, 74, 75
--- 100% поражение	31, 32	--- 100% поражение	76, 77, 78, 79, 80
--- 100% поражение	33, 34	--- 100% поражение	81, 82, 83, 84, 85
--- 100% поражение	35, 36	--- 100% поражение	86, 87, 88, 89, 90
--- 100% поражение	37, 38	--- 100% поражение	91, 92, 93, 94, 95
--- 100% поражение	39, 40	--- 100% поражение	96, 97, 98, 99, 100
--- 100% поражение	41, 42	--- 100% поражение	101, 102, 103, 104, 105
--- 100% поражение	43, 44	--- 100% поражение	106, 107, 108, 109, 110
--- 100% поражение	45, 46	--- 100% поражение	111, 112, 113, 114, 115
--- 100% поражение	47, 48	--- 100% поражение	116, 117, 118, 119, 120
--- 100% поражение	49, 50	--- 100% поражение	121, 122, 123, 124, 125
--- 100% поражение	51, 52	--- 100% поражение	126, 127, 128, 129, 130
--- 100% поражение	53, 54	--- 100% поражение	131, 132, 133, 134, 135
--- 100% поражение	55, 56	--- 100% поражение	136, 137, 138, 139, 140
--- 100% поражение	57, 58	--- 100% поражение	141, 142, 143, 144, 145
--- 100% поражение	59, 60	--- 100% поражение	146, 147, 148, 149, 150
--- 100% поражение	61, 62	--- 100% поражение	151, 152, 153, 154, 155
--- 100% поражение	63, 64	--- 100% поражение	156, 157, 158, 159, 160
--- 100% поражение	65, 66	--- 100% поражение	161, 162, 163, 164, 165
--- 100% поражение	67, 68	--- 100% поражение	166, 167, 168, 169, 170
--- 100% поражение	69, 70	--- 100% поражение	171, 172, 173, 174, 175
--- 100% поражение	71, 72	--- 100% поражение	176, 177, 178, 179, 180
--- 100% поражение	73, 74	--- 100% поражение	181, 182, 183, 184, 185
--- 100% поражение	75, 76	--- 100% поражение	186, 187, 188, 189, 190
--- 100% поражение	77, 78	--- 100% поражение	191, 192, 193, 194, 195
--- 100% поражение	79, 80	--- 100% поражение	196, 197, 198, 199, 200
--- 100% поражение	81, 82	--- 100% поражение	201, 202, 203, 204, 205
--- 100% поражение	83, 84	--- 100% поражение	206, 207, 208, 209, 210
--- 100% поражение	85, 86	--- 100% поражение	211, 212, 213, 214, 215
--- 100% поражение	87, 88	--- 100% поражение	216, 217, 218, 219, 220
--- 100% поражение	89, 90	--- 100% поражение	221, 222, 223, 224, 225
--- 100% поражение	91, 92	--- 100% поражение	226, 227, 228, 229, 230
--- 100% поражение	93, 94	--- 100% поражение	231, 232, 233, 234, 235
--- 100% поражение	95, 96	--- 100% поражение	236, 237, 238, 239, 240
--- 100% поражение	97, 98	--- 100% поражение	241, 242, 243, 244, 245
--- 100% поражение	99, 100	--- 100% поражение	246, 247, 248, 249, 250

Рисунок 7 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием автодорожной цистерны (Таманский берег)



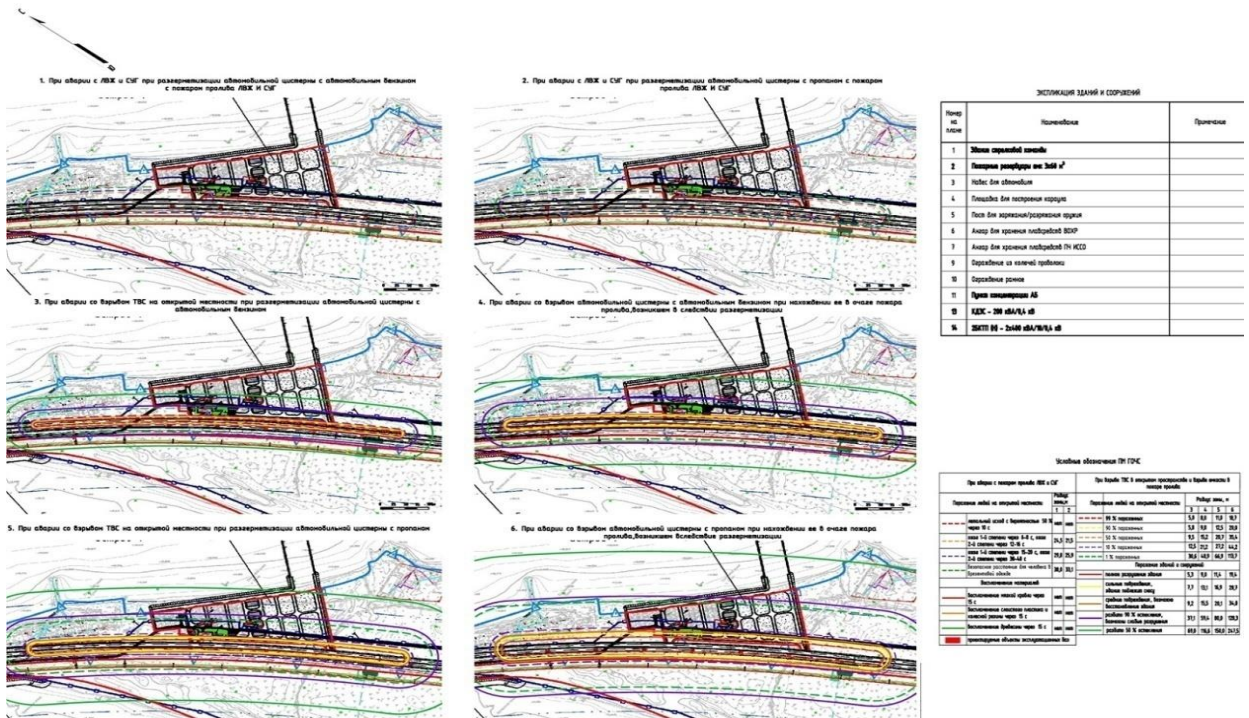


Рисунок 8 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием автодорожной цистерны коса Тузла

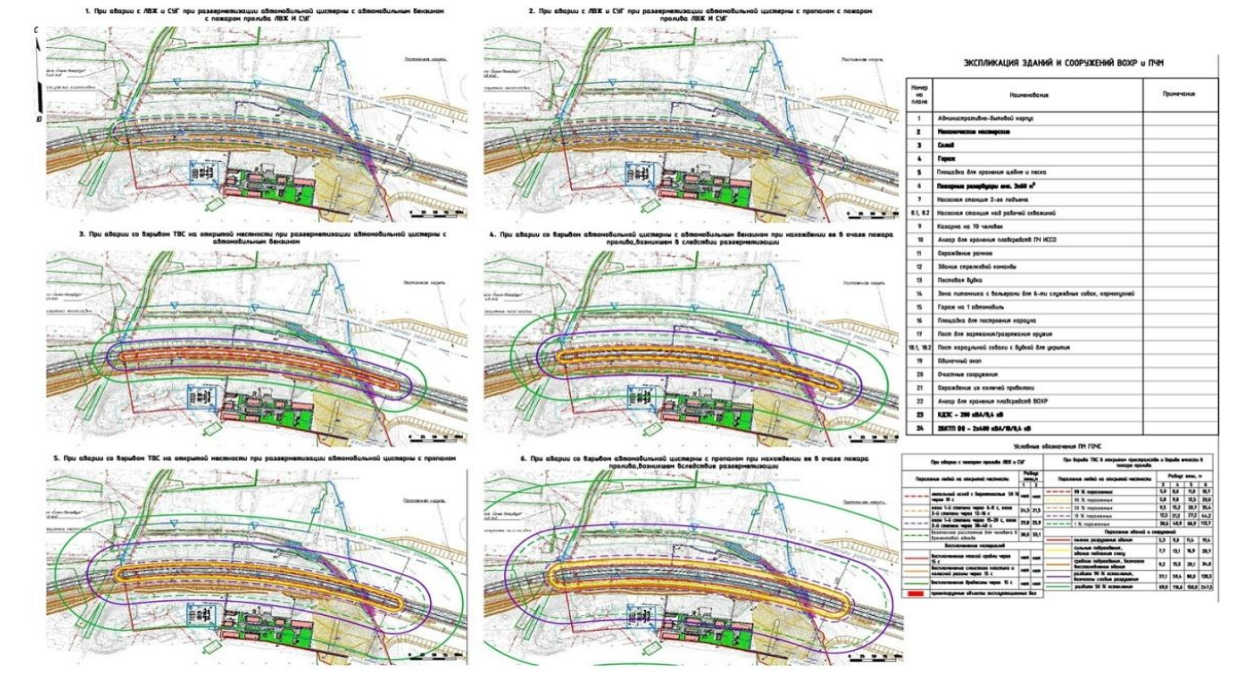


Рисунок 9 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием автодорожной цистерны (Керченский берег)

В качестве возможных чрезвычайных обстоятельств техногенного нрава при трагедиях на общежелезнодорожном транспорте наблюдаются: загорание

(взрыв) паров легковоспламеняющихся сероуглеродов или газов в результате какого-нибудь воздействия; горение пролива ЛВЖ (ГЖ), СУГ при разгерметизации емкости транспортировки [10].

На базе анализа оснований появления и моментов, определяющих финал ДТП, беря во внимание особенности технологических процессов, качества и периодичность перевозки небезопасных препаратов, возможно отметить надлежащие типовые сценарии трагедии с одиночной цистерны: горение пролива, горение пролива и взрыв емкости [11].

Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов чрезвычайной ситуации при рассмотренных вариантах аварий приведены в таблицах 15 – 23.

Таблица 15 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом цистерны с автомобильным бензином (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве 56,7 кг)

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 70	8,0	99	8,0	99
33 - 55	13,0	90	9,0	90
24 - 27	15,0	50	16,0	50
4 - 16	62,0	10	20,0	10
2 - 5	116,0	1	51,0	1

Таблица 16 – Параметры зон поражения при аварии на открытой местности при нарушении герметичности общежелезнодорожной цистерны с пропаном

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 700	65 - 700	65 - 700	65 - 700	65 - 700
4, 0	4, 0	4, 0	4, 0	4, 0
99	99	99	99	99
3, 0	3, 0	3, 0	3, 0	3, 0
99	99	99	99	99

Таблица 17 – Параметры поражающих моментов при авариях с ЛВЖ и СУГ при разгерметизации общежелезнодорожной цистерны с пожаром пролива ЛВЖ и СУГ

Наименование вещества	Количество нефтепродукта, (т)	Масштаб пожара, м <sup>2</sup>	Радиус зон поражения людей (м), с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				Воздействия пожара, (мин)
			смертность 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1 -й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1 -й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	безопасное расстояние для человека в брезентовой одежде, при 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
Бензин автомобильный	13,3	480	нет	19	22	29	4,8
			Радиус воспламенения веществ и материалов на прилегающей территории, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			воспламенение сухой кровли через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение твердого пластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение резины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение дерева через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
			нет	нет	нет	нет	

Таблица 18 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом ТВС на открытой местности при разгерметизации цистерны с автомобильным бензином объемом топлива в облаке 31,5 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 71	4,0	99	4,0	99
32 - 55	7,0	90	5,0	90
24 - 25	8,0	50	8,0	50
3 - 16	34,0	10	11,0	10
1 - 5	64,0	1	28,0	1

Таблица 19 – Параметры поражающих факторов при авариях с ЛВЖ и СУГ при разгерметизации общежелезнодорожной цистерны с пожаром пролива ЛВЖ и СУГ

Наименование вещества	Количество нефтепродукта (т)	Масштаб пожара, м <sup>2</sup>	Радиус зон поражения людей (м), с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				Воздействие пожара, (мин)
			смертность с вероятностью 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1 -й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	безопасное расстояние для человека в плотной одежде, при 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
Пропан	10	480 - 25	нет	13	16	21	6,7
			Радиус воспламенения веществ и материалов на прилегающей территории, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			воспламенение сухой крыши через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение твердого автопластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение резины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение дерева через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
			нет	нет	нет	нет	

Таблица 20 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом автогазцистерны с пропаном, при нахождении ее в очаге пожара пролива, возгоревшемся вследствие разгерметизации (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве 27,7 кг)

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
64	6	99	6	99
33	9	90	7	90
24	11	50	11	50
4	44	10	15	10
2	88	1	39	1

Таблица 21 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом цистерны с пропаном с образованием «Раскаленного шара» с спецэффектом «Домино»

Параметры	Показатели				
Огневой шар в поперечнике, м	160				
Период наблюдения пламенного шара	110				
Поперечник очага пожара	238				
Площадь источника пожара	44 455				
Масштаб источника пожара	731				
	тепловое излучение (кВт/м <sup>2</sup> )	радиус области, м			
Радиус района запыления ожога III степени	7,0	304			
Радиус района получения ожога II степени	10,5	570			
Параметр	избыточное давление (кПа): поражение зданий/ поражение людей на открытой местности	поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		поражение людей на открытой местности	
		радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
Полное разрушение зданий	65,9 / 70	20.4	99	19,7	99

Продолжение таблицы 21

Параметр	Показатели				
	Тяжелые (сильные) повреждения, здание подлежит сносу	33/55	30,3	90	22,5
Средние повреждения здания, возможно восстановление здания	25/24	36,1	50	37,1	50
Разбито 90% остекления, возможны слабые разрушения здания	4/16	144,0	10	48,7	10
Разбито 50% окон, высокая вероятность отсутствия повреждений здания	2 - 5	270,0	3	120,0	3

Таблица 22 – Параметры поражающих факторов при авариях с АХОВ при разгерметизации цистерны

Параметры	Сильнодействующие ядовитые вещества
	аммиак
Множество пролившегося АХОВ, т	12,3
Количество АХОВ в первичном облаке, т	0,0
Количество АХОВ во вторичном облаке, т	0,1
Время от начала аварии, ч	0,8
Радиус расширения «первого облака», км	0,4
Радиус расширения «повторного облака», км	0,8
Расчетная глубина зоны заражения, км	0,8
Расчетная скорость ветра, км/ч	10,8
Время подхода зараженного облака к объекту, мин	2,7
Сектор, град.	45

Таблица 23 – Параметры поражающих факторов при авариях с АХОВ при разгерметизации цистерны



Параметры	Сильнодействующие ядовитые вещества
	хлор
Множество пролившегося АХОВ, т	27,2
Количество АХОВ в первичном облаке, т	1.1
Количество АХОВ во вторичном облаке, т	5,2
Время от начала аварии, час	0.9
Радиус расширения «первого облака», км	2;3
Радиус расширения «повторного облака», км	6.1
Расчетная глубина зоны заражения, км	7.2
Расчетная скорость ветра, км/ч	10,8
Время подхода зараженного облака к объекту, мин	2.7
Сектор, град.	45

Выводы по итогам расчетов: при трагедиях на автотранспортом переходе с ролью железнодорожной цистерны, транспортный переход всецело попадает в зоны воздействия ведущих поражающих моментов при ЧС, земли производственных баз отчасти попадают в зоны воздействия ведущих поражающих моментов при ЧС. Графические данные приведены на рисунках 10-12.

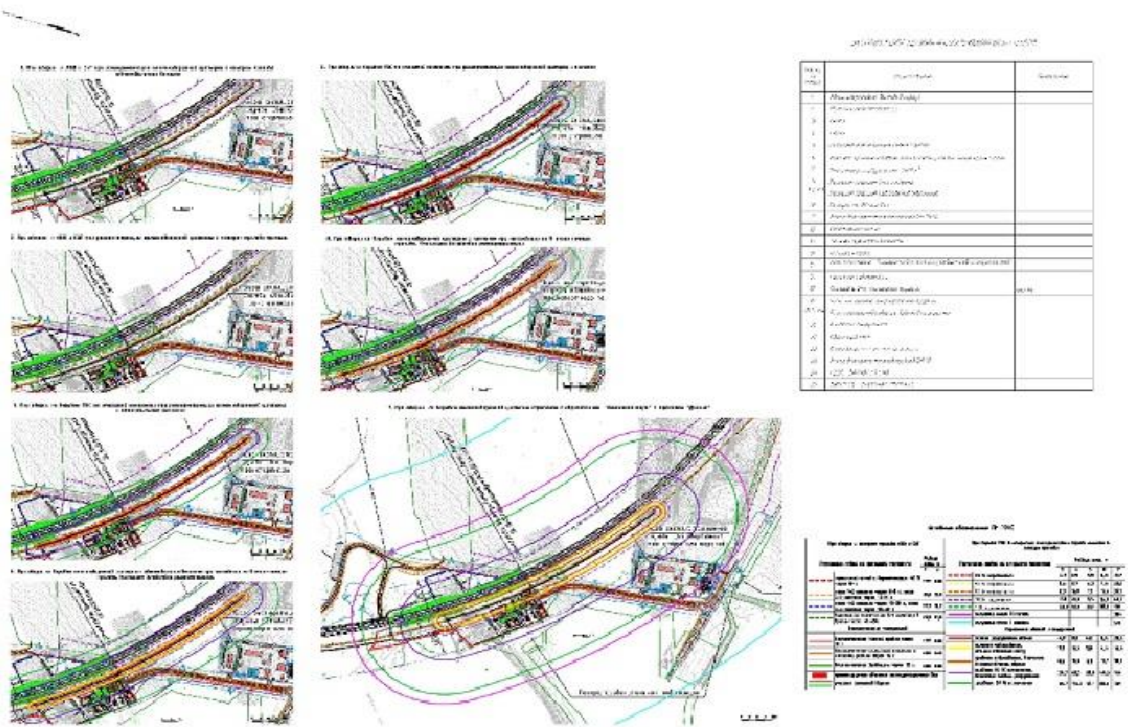


Рисунок 10 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием железнодорожной цистерны (Таманский берег)

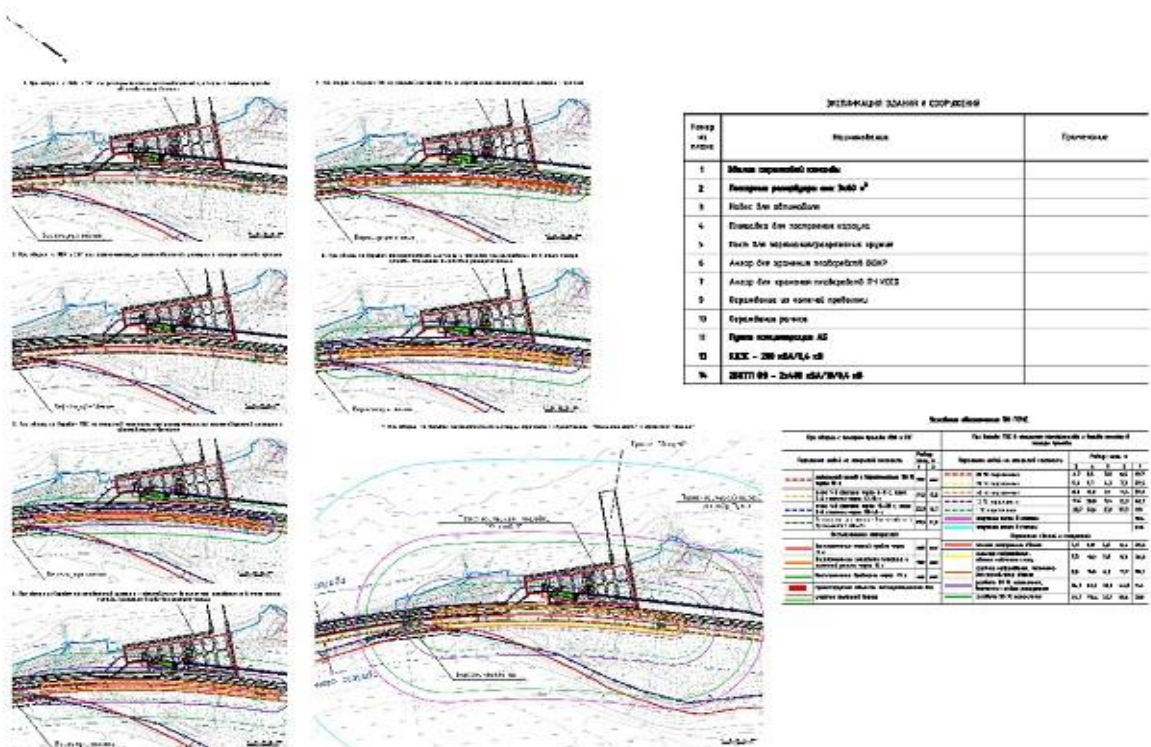


Рисунок 11 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием железнодорожной цистерны (коса Тузла)

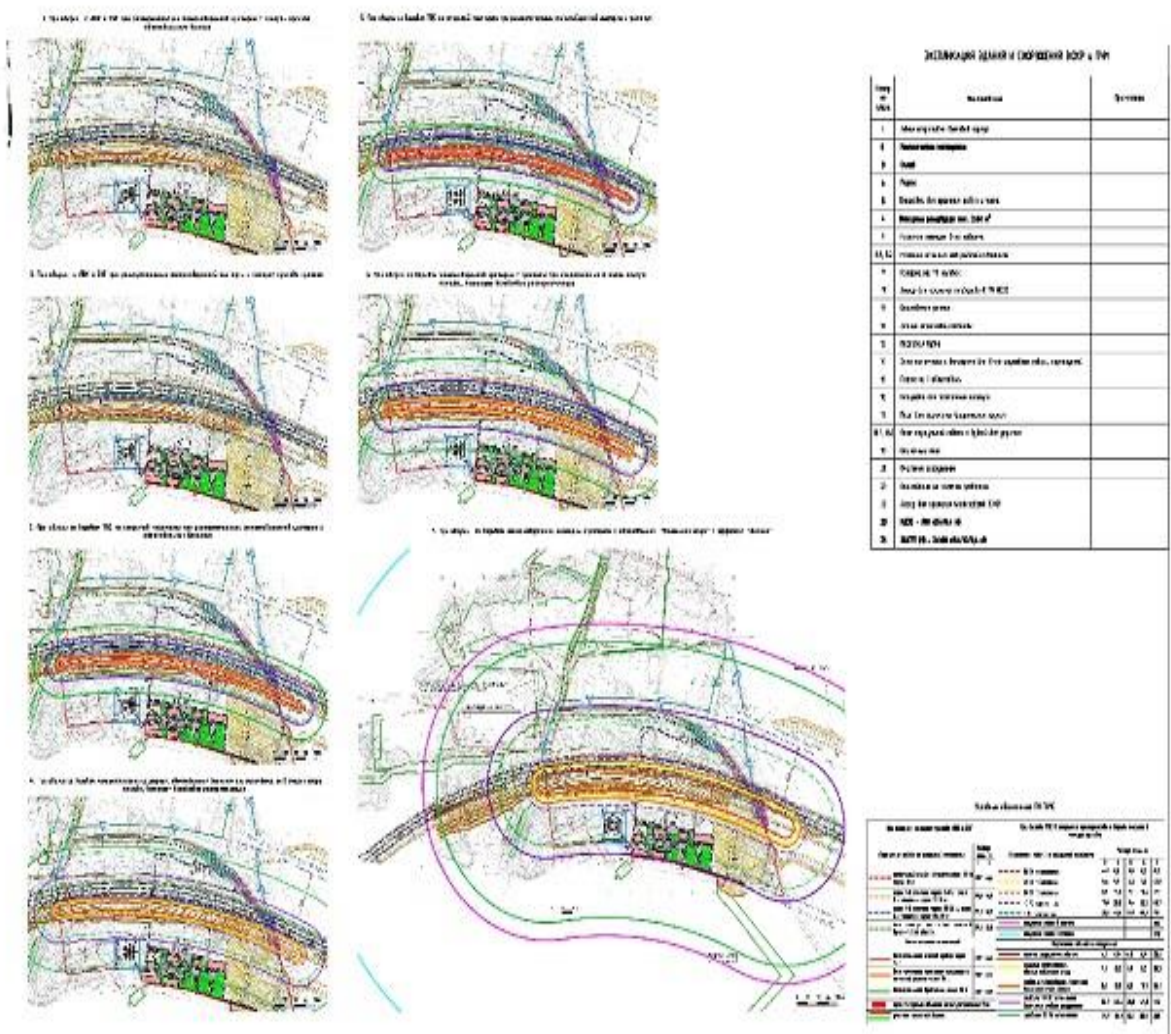


Рисунок 12 – Распространения эффектов поражающих факторов при авариях с участием железнодорожной цистерны (Керченский берег)

На подстанциях, можно отнести нижеуказанный типовой сценарий развития ЧС: горение пролива трансформаторного масла.

При расчетах сценарий разгерметизации баков с трансформаторным маслом рассмотрен со следующими допущениями: Горение пролива – в результате различных условных иницирующих событий полностью разгерметизируются оба бака с трансформаторным маслом, из разрушенных емкостей вытекает и горит сто процентов общепаспортного вещества. Выброс и сгорание масла происходит в черте маслоприёмников.

Кубатура данного материала, ключимого участвовать в идентифицированных сценариях аварий, оценивалась на основе анализа технологии и режимных параметров обращения с горючими жидкостями. Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов при данном развитие событий ЧС представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Параметры поражающих факторов при ЧС с разгерметизацией двух баков с трансформаторным маслом на участке ТП с количеством масла в каждом трансформаторе равном 545 кг

Наименование вещества	Количество нефтепродукта, т	Масштаб пожара	Радиусы зон поражения людей, м, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup>				Воздействие пожара, мин
			смертность с вероятностью 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , м	ожог 1-й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , м	ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , м	безопасное расстояние для человека 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , м	
Трансформаторное масло	1,20	2,5 - 1,8	нет	1,2	1,5	2,1	155
			Диаметр субзоны загорания материалов на перроне, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			Воспламенение сухой крыши через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Воспламенение жесткого пластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (М)	Воспламенение резины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Воспламенение дерева через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	

Выводы, основанные на результатах расчетов:

- в рассматриваемом сценарии аварии основное технологическое оборудование и сооружения ТП попадают в зоны наиболее опасных поражающих факторов чрезвычайной ситуации;



- возможно поражение людей из числа дежурного линейного персонала, выполняющего профилактические и/или ремонтные работы на объекте, при попадании в зоны действия поражающих факторов ЧС;
- зоны наиболее опасных поражающих факторов ЧС – зоны воздействия теплового потока с опасными параметрами интенсивности теплового излучения не выходят за границы ТП.

В связи с этим графическое отображение территории действия субстанциональных попадающих факторов при промавариях на участке трансформаторной подстанции не приводится.

В качестве вероятных чрезвычайных ситуаций техногенного характера при авариях на взрывопожароопасном участке котельной рассматриваются: горение природного газа при разгерметизации узла ввода. Микросценарии наиболее взрывопожароопасных аварий на указанных участках могут быть сопровождающими: сгорание (взрыв) облака ГВС в открытом пространстве, взрыв облака ГВС в замкнутом пространстве (помещении котельной) с образованием избыточного давления.

Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов ЧС при рассмотренных вариантах аварий приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом ГВС в открытом пространстве при разгерметизации узла ввода газа в котельную при массе газа в облаке 3,6 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65 - 70	4,0	99	4,0	99
33/55	8,0	90	5,0	90
25/24	11,0	50	11,0	50
4/16	31,0	10	15,0	10
2/5	65,0	1	28,0	1

Вывод по выполненным расчетам:

- аварийное отключение арматуры газопровода в автоматическом режиме произойдет: по легковоспламеняющему газу максимум 15 с; от термодатчиков промаварии («Взлом», «Пожар») не более 1 с;
- аварийное самоотключение спецарматуры газонефтепровода в ручном режиме не более 300 с;
- при рассмотренных прогнозах аварий, прогрессирующих до уровня ЧС, на участке узла ввода газа в котельную, вблизи находящиеся строения не попадают в зоны (1-5) %, вероятных малозначительных разрушений, персонал, находящийся вблизи ограждающих конструкций указанных зданий, не имеет вероятность получения травм, связанных с разрушением спецстекло и повреждением стен зданий; конструкции здания мини-котельной имеют возможность получить незначительные микроповреждения невдали узла подачи газа в котельную. Работники котельной, которые размещаются в непосредственной смежности от узла поступления газа, при проведении трубопроводных работ, не попадают в зону фатального поражения и не имеют допустимость получения архисерьезных травм.

В качестве возможных чрезвычайных обстановок техногенного нрава при трагедиях на объектах, на коих присутствует АХОВ, рассматривается распространение тучи АХОВ при разгерметизации емкостей сбережения совместной массой 10 т. На базе анализа оснований появления и моментов, определяющих финал трагедии, возможно отметить надлежащие типовые сценарии трагедии с емкости сбережения: распространение токсического тучи на раскрытой площадке.

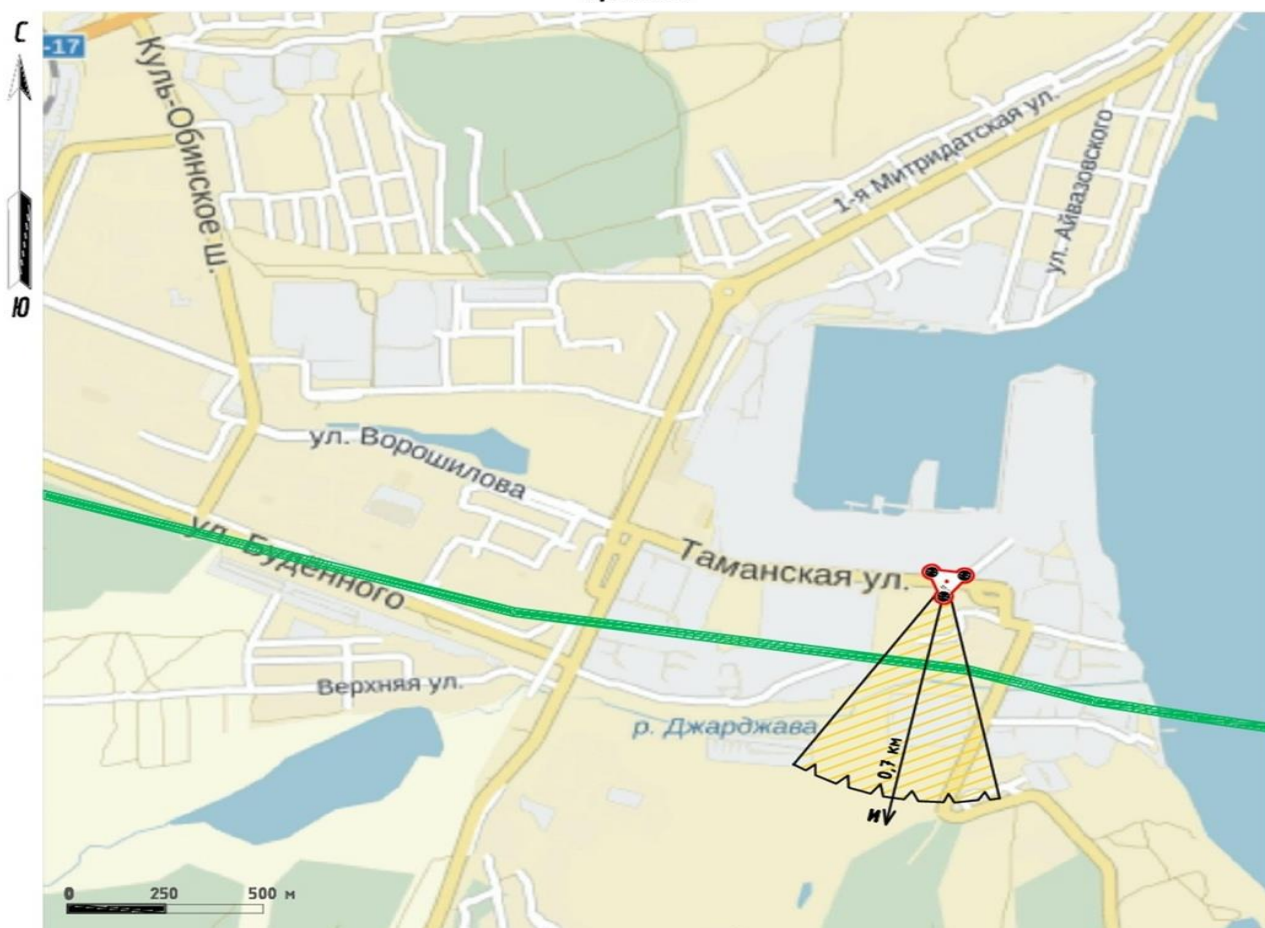
Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов ЧС при рассмотренных вариантах аварий приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов ЧС при рассмотренных вариантах аварий

Параметры	Сильнодействующие ядовитые вещества - аммиак
Масса пролившегося АХОВ, т	10,0
Количество АХОВ в первичном облаке, т	0,0
Количество АХОВ во вторичном облаке, т	0,1
Время от начала аварии, час	0,8
Радиус расширения «первичного облака», км	0,3
Радиус расширения «вторичного облака», км	0,6
Расчетная глубина зоны заражения, км	0,7
Расчетная скорость ветра, км/ч	10,8
Время подхода зараженного облака к объекту, мин	0,7
Сектор, град.	45

Выводы по результатам расчетов: Рассматриваемый объект, расположенный на удалении порядка 200 м от зоны возможной ЧС, частично попадает в зону возможного химического заражения аммиаком. Графические данные приведены на рисунке 13.

Схема с указанием полной расчетной глубины зоны заражения АХОВ (аммиак) при разгерметизации емкости хранения



Условные обозначения ПМ ГОЧС




	проектируемый транспортный переход
	зона возможного химического заражения
	зона возможной чрезвычайной ситуации

Рисунок 13 – Схема зон возможного заражения АХОВ

В качестве вероятных чрезвычайных ситуаций техногенного характера при авариях на объектах хранения пропана, при которых наблюдается истекание пропана при разгерметизации емкостей хранения общей массой 3750 т.

В качестве вероятных чрезвычайных ситуаций техногенного характера при авариях на участке резервуаров хранения пропана рассматриваются:



воспламенение (взрыв) паров пропана в результате воздействия статического электричества или разгерметизации емкости хранения.

На основе анализа определенных причин, устанавливающих исход данной аварии, свойства опасных грузов, периодичность их перевозки, допустительно экскретировать ниженазванные общетиповые микросценарии аварии с присутствием емкости для хранения СУГ: горение пролива, растекание токсического облака.

Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов ЧС при рассмотренных вариантах аварий приведены в таблицах 27-29.

Таблица 27 – Параметры поражающих факторов при авариях с СУГ при разгерметизации резервуара хранения с пожаром пролива СУГ

Наименование вещества	Количество продукта (т)	Масштаб пожара,	Радиусы зон поражения людей (м), с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				Воздействие пожара, (ч)
			смертельный исход 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	ожог 1-й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , м	ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , м	безопасное расстояние для человека в брезентовой одежде, при 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
Пропан-бутан	3375	16 887/146,6	нет	158	186	226	1,5
			Радиус зон воспламенения материалов на прилегающей территории, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			воспламенение сухой крыши через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение жесткого пластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> ,(м)	воспламенение резины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	воспламенение дерева через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
			нет	114,1	114,1	122,0	

Таблица 28 – Параметры зон поражения при аварии со взрывом ТВС на открытой местности при разгерметизации резервуара хранения с пропаном объемом топлива в облаке 574,5 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
66 - 71	12,0	99	12,0	99
32 - 55	19,0	90	14,0	90
24 -27	22,0	50	23,0	50
4 - 16	90,0	10	30,0	10
2 - 5	168,0	1	74,0	1

Таблица 29 – Параметры зон поражения при аварии с взрывом резервуара хранения с пропаном при нахождении ее в очаге пожара пролива, возникшем вследствие разгерметизации (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве-383,7 кг)

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65,9/70	8,7	99	8.3	99
33/55	12,7	90	9.4	90
25/24	15,2	50	15,6	50
4/16	60,4	10	20,5	10
2/5	112,7	1	49,7	1

Вывод по итогам расчетов: рассматриваемый объект, находящийся на удалении около 200 м от зоны вероятной ЧС, при реализации рассмотренных сценариев трагедии, развивающихся до значения ЧС с пожаром пролива СУГ, а еще со взрывным перевоплощением тучи ТВС. Графические данные приведены на рисунке 14.

Анализ аварийных обстановок на объектах с резервуарами сбережения дизельного горючего демонстрирует, собственно, что становление ДТП, как правило, наступает со взрыва паров нефтепродуктов изнутри емкости сбережения с следующим вскрытием емкости, возгоранием и горением горючего. При этом возможно развитие аварии с эффектом «ДОМИНО»,

ввиду наземного расположения емкостей хранения. Помимо вышеприведенного варианта развития аварии возможен также взрыв облака ТВС при разрушении резервуара в результате различных причин.

**Зоны поражающих факторов при авариях с СУГ при разгерметизации резервуара хранения с пожаром пролива СУГ**



**Условные обозначения ПМ ГОЧС**

Поражение людей		
нет	—	летальный исход с вероятностью 50 % через 10с*
158.0	---	ожог 1-й степени через 6-8 с, ожог 2-й степени через 12-16 с
186.0	---	ожог 1-й степени через 15-20 с, ожог 2-й степени через 30-40 с
226.5	---	безопасное расстояние для человека в брезентовой одежде
Воспламенение материалов		
нет	—	воспламенение мягкой кровли через 15 с*
114.1	—	воспламенение слоистого пластика через 15 с*
114.1	—	воспламенение колесной резины ВС через 15 с*
122.0	—	воспламенение древесины через 15 с*

\* – зона поражения не образуется

Экспликация зданий и сооружений приведена на Чертеже 2 настоящего Подраздела

Рисунок 14 – Схема зон действия наиболее опасных поражающих факторов

При реализации варианта аварии со взрывом облака ТВС в парке хранения топлива также возможно развитие аварии с эффектом «ДОМИНО», ввиду наземного расположения емкостей хранения [20].

Вывод по результатам расчетов: рассматриваемый объект, расположенный на удалении порядка 1 км от зоны возможной ЧС, не попадает в зоны возможного поражения при реализации рассмотренных микросценариев аварий, продолжающихся до уровня ЧС с пожаром пролива нефтепродуктов, а также со взрывным превращением облака ТВС. Графические данные не приводятся.

Согласно приведенной в открытых источниках информации, причинами столкновений судна с опорой моста в происшествиях по отдельности послужили следующие: неисправность оборудования створных огней, расположенных на мосту; нарушение плавсоставом судов правил навигации в части касающейся подхода к мосту и прохождения через водные преграды; короткое замыкание на судне, повлекшее потерю управления судном; сложные погодные условия.

Рассматривается сценарий с наихудшими возможными последствиями с точки зрения степени разрушения конструкций строящегося транспортного перехода. С учетом проектных решений тома, опоры арочных пролетных строений моста защищены от навала судов защитными устройствами (палами), что снижает вероятность столкновения с опорами при подходе судна к мосту. Однако возможен сценарий аварии, при котором судно минуя палы может столкнуться с опорой под мостом.

В результате столкновения в период навигации судна с опорами моста, возможно возникновение следующих аварийных ситуаций: столкновения судна с опорами мостового перехода, столкновения пассажирского судна с опорами мостового перехода сопряженные со взрывами ТВС, форс-мажорами, пролива газойлей и шлакообразованием зон химического поражения; поражением и гибелью людей (сценарии аварий на участках автомобильной и железной дорогах принимаются аналогично, описанным выше).

На базе анализа оснований появления и моментов, определяющих финал ДТП, беря во внимание особенности конкретных технологических процессов, качества и периодичность перевозки небезопасных грузов морскими судами, возможно отметить надлежащие типовые сценарии трагедии с ролью одиночного отсека танкера: горение пролива, взрыв тучи ТВС на раскрытой площадке, горение пролива и взрыв емкости.

Параметры зон поражения наиболее опасных поражающих факторов ЧС при рассмотренных вариантах аварий приведены в таблицах 30 – 32.

Таблица 30 – Параметры поражающих факторов при авариях с ЛВЖ и СУГ при разгерметизации бензоотсека танкера с пожаром пролива ЛВЖ и СУГ

Наименование вещества	Количество нефтепродукта, (т)	Масштаб пожара, (м <sup>2</sup> )/Эф ф. диаметр пролива, (м)	Радиус зон поражения людей (м), с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				Воздействие пожара, (час)
			Смертность с 50 % через 10 с, при 44,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Ожог I-й степени через 6-8 с, ожог II-й степени через 12-16 с, при 10,5 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Ожог I-й степени через 15-20 с, ожог II-й степени через 30-40 с, при 7,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Безопасное расстояние для человека в трудногорючей одежде, при 4,2 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
Нефть	10125	3000/61,8	нет	нет	31,1	34,9	46.9
			Радиус территории горения материалов на прилегающей территории, с учетом образующейся при горении пролива интенсивности теплового излучения (кВт/м <sup>2</sup> )				
			Воспламенение сухой крыши через 15 с, при 46 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Воспламенение жесткого пластика через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Воспламенение резины через 15 с, при 22,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	Воспламенение древесины через 15 с, при 19,0 кВт/м <sup>2</sup> , (м)	
			нет	нет	нет	нет	

Таблица 31 – Параметры района поражения при аварии с взрывом ТВС на открытой местности при разгерметизации отсека танкера с нефтью при объеме топлива в облаке 102,06 кг

Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65,9/71	14,9	99	14,0	99
33/56	22,0	90	16,0	90
25/27	26,0	50	27,0	50
4/17	105,0	10	35,0	10
2/7	195,0	1	87,0	1

Таблица 32 – Параметры зоны поражения, при аварии с взрывом отсека нефтевоза, при нахождении ее в очаге пожара пролива, возникшем вследствие разгерметизации (масса насыщенных паров в емкости, участвующих во взрыве 138,5 кг)

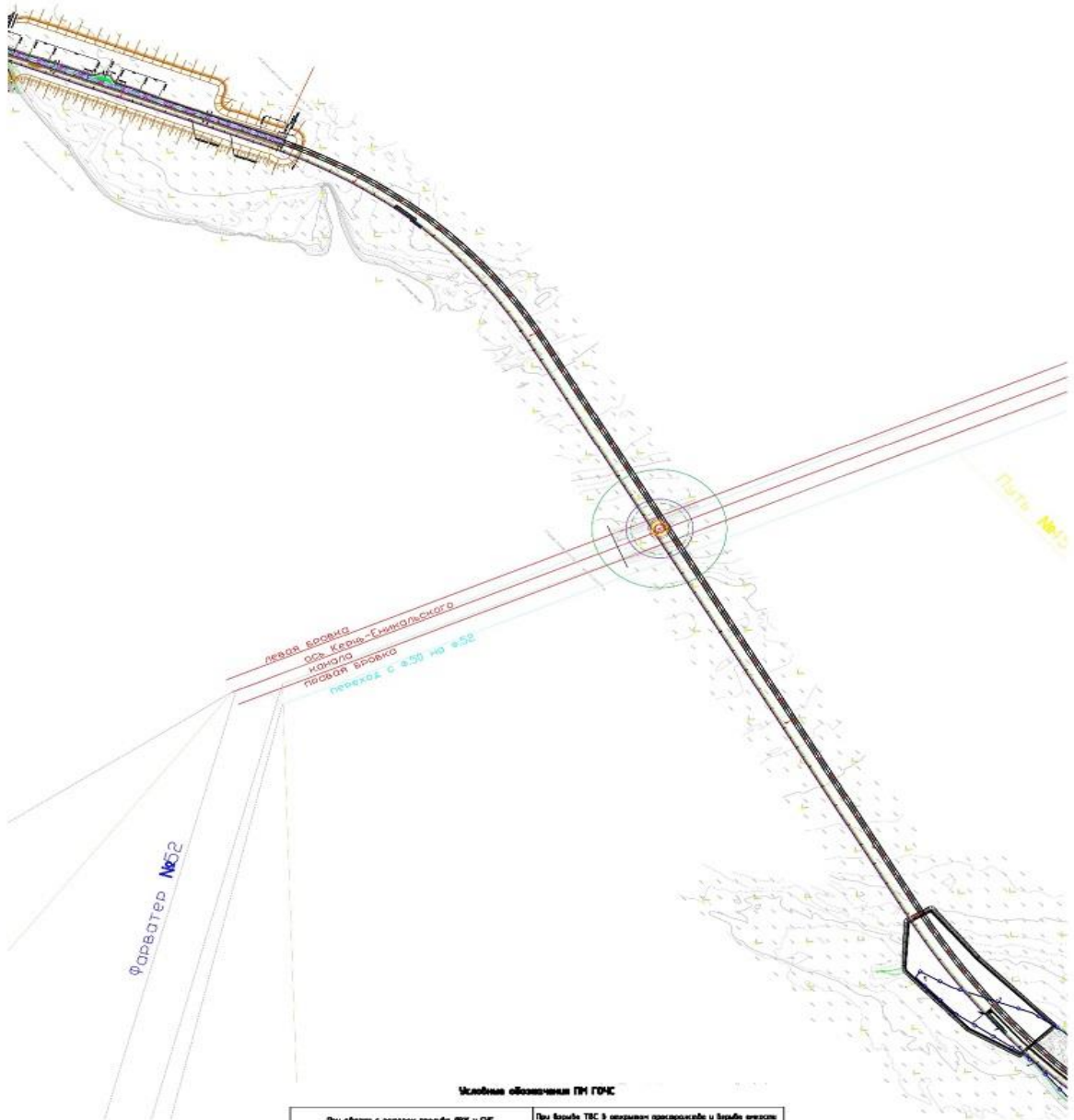
Избыточное давление (кПа) поражение зданий/поражение людей на открытой местности	Поражение зданий и сооружений и людей в зданиях и сооружениях		Поражение людей на открытой местности	
	радиус зоны, м	% пораженных людей	радиус зоны, м	% пораженных людей
65,9/70	19,4	99	17,8	99
33 /55	29,7	90	21,3	90
25/24	36,5	50	37,8	50
4/16	131,6	10	44,2	10
2/5	263,9	1	113,1	1

Выводы по сделанным расчетам: при гидроавариях на мостовом переходе с участием танкера, транспортный переход частично попадает в зоны действия субстанциональных губящих факторов при ЧС. Графические данные приведены на рисунках 15 и 16.

Для глобальности обрисовки информации, при начерчивании графического отображения зон действия основоположных пересекающих факторов во всех случаях, в настоящем разделе приняты отступления от ГОСТ Р 42.0.03. – 2016 «Гражданская оборона. Правила нанесения на карты прогнозируемой и сложившейся обстановки при ведении военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Условные обозначения» [11] в части, касающейся нанесения границ зон возможных разрушений.



3. При выборе из вариантов оценки опасности с учетом приращивания на 6 радиусов прихода. Делением 6 складов радиусов прихода



Условные обозначения ГИ ГОЧС

При выборе с опасной прихода ЛБК и СВГ		При выборе ТЭС в опасной прихода и выбора оценки: 6 радиус прихода	
Порядок радиус	Рейтинг зоны	Порядок радиус	Рейтинг зоны
---	1	---	2
---	3	---	3
---	4	---	4
---	5	---	5
---	6	---	6
---	7	---	7
---	8	---	8
---	9	---	9
---	10	---	10
---	11	---	11
---	12	---	12
---	13	---	13
---	14	---	14
---	15	---	15
---	16	---	16
---	17	---	17
---	18	---	18
---	19	---	19
---	20	---	20
---	21	---	21
---	22	---	22
---	23	---	23
---	24	---	24
---	25	---	25
---	26	---	26
---	27	---	27
---	28	---	28
---	29	---	29
---	30	---	30
---	31	---	31
---	32	---	32
---	33	---	33
---	34	---	34
---	35	---	35
---	36	---	36
---	37	---	37
---	38	---	38
---	39	---	39
---	40	---	40
---	41	---	41
---	42	---	42
---	43	---	43
---	44	---	44
---	45	---	45
---	46	---	46
---	47	---	47
---	48	---	48
---	49	---	49
---	50	---	50
---	51	---	51
---	52	---	52
---	53	---	53
---	54	---	54
---	55	---	55
---	56	---	56
---	57	---	57
---	58	---	58
---	59	---	59
---	60	---	60
---	61	---	61
---	62	---	62
---	63	---	63
---	64	---	64
---	65	---	65
---	66	---	66
---	67	---	67
---	68	---	68
---	69	---	69
---	70	---	70
---	71	---	71
---	72	---	72
---	73	---	73
---	74	---	74
---	75	---	75
---	76	---	76
---	77	---	77
---	78	---	78
---	79	---	79
---	80	---	80
---	81	---	81
---	82	---	82
---	83	---	83
---	84	---	84
---	85	---	85
---	86	---	86
---	87	---	87
---	88	---	88
---	89	---	89
---	90	---	90
---	91	---	91
---	92	---	92
---	93	---	93
---	94	---	94
---	95	---	95
---	96	---	96
---	97	---	97
---	98	---	98
---	99	---	99
---	100	---	100

Рисунок 16 – Схема зон действия наиболее поражающих факторов

Согласно выводам по результатам вышеуказанных расчетов, следует

что:



- при авариях на участке автомобильной дороги, развивающихся до уровня ЧС, весь обслуживающий персонал одной смены на территориях производственных баз попадает в зону возможного смертельного поражения и в зону химического заражения при разгерметизации цистерн с аммиаком и хлором;
- при авариях в окрестностях железного полотна, поднимающихся до уровня ЧС, весь обслуживающий персонал одной смены на территориях производственных баз попадает в зону возможного смертельного поражения и в зону химического заражения при разгерметизации цистерн с аммиаком и хлором;
- при аварии на объектах, содержащих АХОВ, развивающихся до уровня ЧС, обслуживающий персонал одной смены, в количестве до пяти человек, на территории транспортного перехода попадает в зону химического заражения при разгерметизации емкостей хранения;
- при аварии на объектах по хранению пропана, развивающихся до уровня ЧС с пожаром пролива СУГ, а также со взрывным превращением облака ТВС, обслуживающий персонал одной смены, в количестве до трех человек, на территории транспортного перехода попадает в зону возможного порогового поражения;
- при возможных столкновениях судна с опорами мостового перехода без смещения автомобильного и железнодорожного полотен и без разрушения конструкций перехода, возможно травмирование плавсостава и пассажиров судна;
- при возможных столкновениях пассажирского судна с опорами мостового перехода с повреждением опор мостового перехода, возможны аварии, описанные выше (с автомобилями и железнодорожным составом для перевозки опасных грузов). С учетом пропускной способности транспортного перехода, количество пострадавших будет аналогичным, количеству пострадавших при

- авариях с автомобилями для перевозки опасных грузов. Также возможно травмирование плавсостава и пассажиров судна;
- при возможных столкновениях грузового судна с опорами моста при разгерметизации отсека танкера с пожаром пролива ЛВЖ и СУГ, обслуживающий персонал одной смены, в количестве до двух человек, на территории транспортного перехода попадает в зону возможного порогового поражения. При промаварии с самовоспламенением ТВС на открытой местности при нарушении герметичности отсека танкера с нефтью, обслуживающий персонал одной смены, в количестве до трех человек, на территории транспортного перехода попадает в зону возможного порогового поражения. При промаварии с самовоспламенением отсека танкера с нефтью при нахождении ее в очаге пожара пролива, возгоревшемся вследствие нарушения герметичности, обслуживающий персонал одной смены, в количестве до четырех человек, на территории транспортного перехода попадает в зону возможного порогового поражения.

Транспортный переход не относится к объектам, перечисленным в примечании к п.п. 6.2.3 ГОСТ Р 55201-2012, для коих учитывается разработка анализа риска чрезвычайных обстановок. Понижение результатов ДТП или же ЧС гарантируется: оповещением членов перемещения на транспортном переходе и населения на прилегающей территории; локализацией очага ЧС; организацией сбора небезопасных веществ [10].

Пожары на железнодорожной колее возможны только при дорожно-транспортных происшествиях, в том числе с участием транспортируемых опасных грузов. Для пожаротушения при пожаре на объекте строительства предусматривается привлечение пожарного поезда, готового прибыть на место ЧС.

Для домов и сооружений производственных эксплуатационных баз учитываются конструктивные заключения обеспечивающие, в случае пожара,

нераспространение пламени на вблизи находящиеся строения, сооружения и оснащение, лимитирование прямого и косвенного вещественного вреда. Оповещение обслуживающего персонала о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации при пожаре в зданиях эксплуатационных служб и производственных баз учитывается грядущим образом: выполняется подача световых, звуковых сигналов во все имеющиеся здания с неизменным или же временным присутствием людей; находятся и поддерживаются освещением все символы пожарной защищенности на путях эвакуации в направлении конкретного нормативного времени; включается эвакуационное (аварийное) освещение; передается знак об эвакуации сквозь способы громкоговорящих устройств; случается самодействующая разблокировка всех дверей эвакуационных выходов.

На земли производственных эксплуатационных баз учитывается сбережение противопожарного припаса воды в двух заглубленных резервуарах размером 300 м<sup>3</sup>. Забор воды из резервуаров в насосную станцию внутреннего пожаротушения учитывается по двум поглощающим трубопроводам поперечником 89 мм.

Внешнее пожаротушение учитывается воплотить в жизнь близким пожарно-спасательным отрядом при поддержке пожарных автомашин. Забор воды для пожарных автомашин учитывается из приемных колодцев емкостью 5,0 м<sup>3</sup>. Подача воды из противопожарных резервуаров учитывается по самотечным трубопроводам поперечником 225 мм [15].

Для предотвращения столкновений морских судов с сооружениями моста и для снижения тяжести ущерба от ЧС, вызванных подобными авариями, в том числе предотвращения пожаров и взрывов в результате рассмотренных ЧС, предусматриваются защитные устройства – палы. Палы предусматриваются из металлического шпунта, объединенного между собой в трубы диаметром 33 м с последующей засыпкой в них камня из твердых пород и устройством железобетонного оголовка из бетона В20 F300 W16.

Водоснабжение производственных баз предусматривается от артезианских скважин, расположенных на территориях баз. Резервного источника водоснабжения не предусматривается. Мероприятия по инженерной защите транспортного перехода от чрезвычайных микроситуации естественного характера разработаны в соответствии с требованиями СП 115.13330.2011, СП 131.13330.2018.

Обеспечение надежности и долговечности конструкций достигается применением конструкционных материалов с повышенными характеристиками, а также противокоррозионной защитой основных элементов сооружений.

Вся территория транспортного перехода разделена на зоны оповещения в согласовании с разделением на зоны транспортной защищенности, совместные зоны защищенности. В всякой зоне предусмотрен аппарат трансформаторных рупорных динамиков с местоположением и мощностью, определяемыми надлежащими расчетами звукового давления в точках земли соответственной зоны. Эвакуация людей с земли объекта учитывается по переходу на автотранспорте или же пешим порядком. Ввод сил и средств учитывается с двух сторон сооружения, с имеющих место быть и трасс стойкого функционирования. Еще имеется ввод восстановительного и пожарного поездов с близкого пространства дислокации для ликвидации результатов ДТП на железнодорожной части. В случае надобности, в облик месторасположения перехода в акватории, эвакуация людей, а еще ввод сил и средств пожарно-спасательных отрядов и других АСФ имеет возможность быть санкционирован с поддержкой акваспасательного автотранспорта.

Выводы по разделу.

С учетом рассмотренных типовых сценариев становления вероятных чрезвычайных обстановок на объектах транспортного перехода сквозь Керченский пролив делаем вывод, собственно, что задача по расчету важного числа сил и средств при концентрации считается ведущей. В следствие этого заключение задачи моделирования концентрации сил и средств на

пространстве ЧС, нужно, принимая во внимание приведённые выше характеристики, создать конкретную математическую модель следования пожарно-спасательных отрядов на ведущих пожарных автомобилях. Синхронное изменение характеристик в процессе моделирования и количественная фиксация их воздействия приближает моделирование на персональном компьютере к реальным условиям.

Создание модели исследования является одним из ключевых инструментов научной абстракции, который позволяет выявить, доказать и осуществить анализ основных характеристик объекта для данного исследования.

Данные дали возможность строить аналитические модели оперативной работы пожарных подразделений и в последующем подтолкнуло к исследованию «временных» характеристик действий пожарно-спасательных подразделений.

Мы знаем, что Федеральный закон № 123, определяет, чтобы время прибытия первого пожарного подразделения к месту вызова не превышало 10 мин для городов и 20 мин для сельской местности [25]. Многими руководителями субъектов Российской Федерации ставится задача по максимально возможному сокращению времени прибытия первого пожарно-спасательного подразделения к месту чрезвычайной ситуации.

Сделанный вывод позволит объективно дать оценку подобным сложным ситуациям. Что в свою очередь поможет учесть имеющиеся ресурсы и осуществить анализ всех вариантов решений.

### **3 Экспериментальные исследования на математических компьютерных моделях эффективности разработанной системы пожарной безопасности**

#### **3.1 Обоснование места дислокации первичного тактического подразделения пожарной охраны**

Основной способ снижения времени прибытия сил и средств пожарно-спасательными подразделениями является применение интегрированных систем, некоторые могут найти применение при:

- осуществлении вычислений для выбора наилучшего варианта событий распространения сообщений о ЧС между пожарно-спасательными подразделениями;
- исследование и внедрении более целесообразных маршрутов передвижения к месту ЧС пожарно-спасательных подразделений;
- анализ наиболее экономной составляющей организации по ликвидации ЧС;
- нахождение минимального количества дежурного, личного состава и более эффективной структуры управления, направляемых сил и средств;
- выбор быстрых, эффективных методов управления и взаимодействия всех аварийно-спасательных служб с учетом ситуации на месте чрезвычайной ситуации и т.д.

Рассмотрев анализ причинно-следственных связей, было выявлено, что наиболее важное влияние на стадию реагирования на чрезвычайные ситуации оказывает время сосредоточения и ввода необходимого количества сил и средств, которое включает в себя продолжительность сбора, время выезда и прибытия первого расчета к объекту реагирования. звонок. Мероприятие по огнетушению и проведению спасательно-аварийных оргработ, включают в себя отрегулированные действия, в том числе: способ

и принятие сообщения, выезд, следование к объекту чрезвычайной ситуации, поиск и ликвидация чрезвычайной ситуации, и возвращение к месту дислокации.

Под сфокусированием сил и средств на пожаре понимают совместность боевых действий нескольких гарнизонов пожарной охраны по выезду и следованию на источник возгорания. Данные спецмероприятия прodelываются с целью накапливания существенного количества сил и средств на месте чрезвычайной ситуации. Именно скорость сосредоточения сил и средств ВК является основной количественной характеристикой, которая означает среднее количество подразделений, прибывших на место пожара в единицу времени. Ввод сил и средств – это синтез содействий пожарно-спасательных подразделений по разворачиванию и приведению добравшихся до места сил и средств в состояние готовности к выполнению конкретной задачи на месте чрезвычайной ситуации. Потому что концентрация и вступление сил и средств считаются взаимосвязанными процессами, их принято рассматривать вместе.

Навыки ликвидации ЧС демонстрирует, собственно, что время концентрация и вступление сил и средств при тушении пожаров, к примеру, в парках, в коих сберегаются всевозможные критические вещества (ЛВЖ, ГЖ, СУГ), надлежит быть мало. Все это связано с тем, по сути, что в это время существует предельное значение стремительности распространения пламени, скорости самораспространения площади пожара, скорости выгорания и других данных о развитии пожаров, некоторые из них определяют величину нанесенного вещественного ущерба. В критериях большущего подъема интенсивности дорожного перемещения по территории Таманского полуострова по понятным основаниям, средняя скорость перемещения отрядов на пожар каждый год миниатюризируется, собственно, что приводит к наращиванию времени подачи первого ствола.

Распределение числа пожаров по времени прибытия первого отряда к месту пожара показано на рисунке 17.

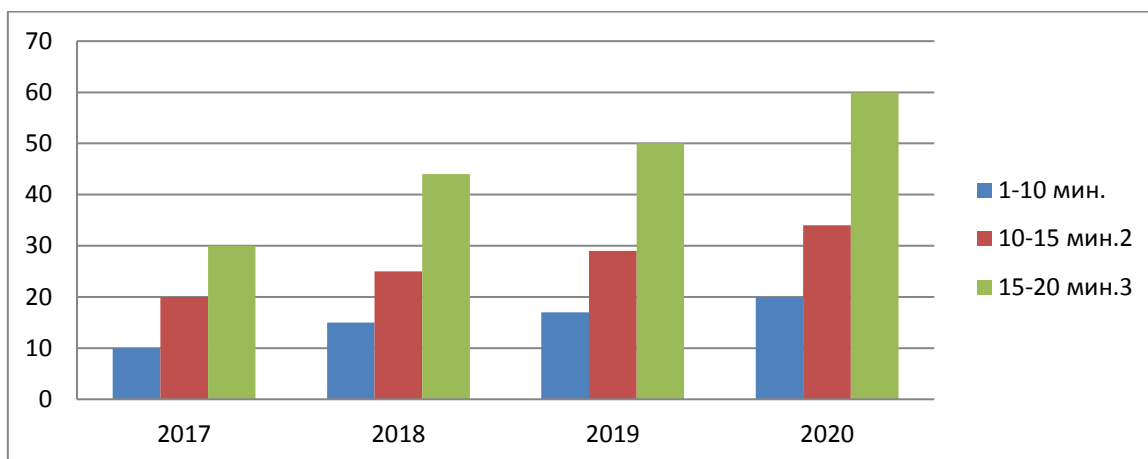


Рисунок 17 – Распределения числа пожаров по времени прибытия первого караула к месту пожара

По итогам анализа тактико-технических данных автомашин, которые состоят на вооружении пожарно-спасательных частей Темрюкского гарнизона видать, собственно, что от технических, динамических и компоновочных характеристик находятся в зависимости эти характеристики как время перемещения, защищенность и время развертывания.

При перемещении на вызов автомашина движется по отдельным участкам маршрута с различной скоростью и степенью применения мощности мотора. На ведущем числе участков маршрута пожарно-спасательные авто не имеют все шансы развивать наибольшую скорость по основанию надобности блюсти запросы аварийной защищенности. Перемещение пожарно-спасательного автомашины должно осуществляться по наименьшему маршруту с максимальной скоростью, но при этом соблюдать безопасность передвижения.

Время движения зависит от следующих данных: предпочтительного маршрута следования, динамических свойств автомашины и профессионального уровня водителя.

Чтобы определить время передвижения пожарной автоцистерны к месту ЧС, автотехнических характеристик машины и автодорожных условий маршрута движения, предложен следующий порядок:



- пропорционально карте района вызова, наикратчайшими маршрутами, являются места расположения пожарно-спасательного подразделения;
- дорожные условия маршрутов движения (ширина дорожного просвета, количество и радиусы поворотов, расположенный в длину крутосклон автодороги) определяются в обязательном порядке в зависимости от улиц и дорог и в соответствии с действующими картами автомобильных дорог, зона выезда ПСЧ-144 (ближайшая часть);
- по информации Отдела ГИБДД МВД России по Темрюкскому району, а также Темрюкского ДРСУ определяем наличие и месторасположение дорожных знаков;
- определяем время (минимально возможное и расчетное) направления пожарно-спасательной машины к месту ЧС для всех указанных маршрутов;
- выявляем «сокращенный» маршрут движения пожарно-спасательного автомобиля к месту ЧС.

Вероятное и расчетное время следования пожарно-спасательного автомобиля рассчитывается на компьютере.

Составляем очередность вычислений:

По карте охраняемой территории определяются возможные маршруты движения пожарно-спасательной машины от места расположения подразделения до места чрезвычайной ситуации (начало мостового перехода) и измеряется их длина  $L_i$ . Выбирается кратчайший маршрут  $L_{min}$ .

Определим вероятное и расчетное время следования пожарно-спасательного автомобиля по участку маршрута протяженностью  $l_{ij}$

Минимально возможное время  $\tau_{mij}$  для прохождения пожарно-спасательным транспортным средством длина участка маршрута  $l_{ij}$ , рассчитывается по формуле:

$$\tau_{mij} = \frac{l_{ij}}{V_{ij}}, \quad (1)$$

где  $V_{ij}$  – максимально допустимая, осуществимая скорость пожарно-спасательной машины;

$ij$  – участок маршрута.

Автомобили должны двигаться к месту вызова в колонне на видимом расстоянии друг от друга. В целях обеспечения единства автоколонны и травмобезопасности движения в условиях торможения, необходимо обеспечить расстояние не менее 25 метров и не более 100 метров между автомобилями. Расстояние более 100 метров внесет разрыв колонны другими автомобилями, меньшее – к убавлению безопасности дорожного движения. Следовательно, при расчете  $Vt$  можем принять 25 м/Ст/ 100 м.

Установленное время  $\tau_{ij}$  следования пожарно-спасательного автомобиля по  $ij$  участку маршрута, можно высчитать по формуле:

$$\tau_{ij} = K_{ij} \frac{l_{ij}}{[V_{ij}]}, \quad (2)$$

где  $V_{ij}$  – максимально скорость движения ПА на  $ij$ -ом участке, м/с;

$K_{ij}$  – коэффициент уменьшения  $[V_{ij}]$  из-за дорожных и транспортных условий.

Скорость  $V_{ij}$  зависит от потенциала водителя выполнить максимально возможную скорость передвижения ПА  $V_{ij}$ . За максимально возможную скорость управляемого движения  $[V_{ij}]$  на  $ij$ -ом участке маршрута принимается меньшая из скоростей  $V_{ij}$ ,  $V_R$  и  $V_S$ , т.е.

$$V_{ij} = \min \{V_D; V_0; V_3; V_T; V_R; V_S\}_{ij} = \min \{V_{ij}; \{V_R; V_S\}_{ij}\}, \quad (3)$$

где  $V_R$  – расчётная скорость на  $ij$ -ом участке дороги по СНиП, м/с;

$V_S$  – максимальная скорость на  $ij$ -ом участке по правилам дорожного движения (дорожным знакам), м/с.

Значение коэффициента  $K_{ij}$  предусматривает, что водитель, стремясь обеспечить безопасность движения, обязан уменьшать скорость передвижения (реализовать  $V < V_{ij}$ ) при уменьшении ширины проезжей части и расстояния видимости, увеличении числа автомобилей на дороге, изменения погодных условий, неудовлетворительного дорожного покрытия (асфальта).

Для доподлинного расчета  $K_{ij}$ , необходимо знать: ширину проезжей части и дорожного просвета автодороги, дальность видимости (в проекте и профиле) автодороги, дистанцию видимости на пересечении дорог, уклон дороги, радиус поворота автодороги, интенсивность движения автомобилей.

На период сосредоточивания сил и средств влияние оказывают вариационные факторы, такие как природно-климатические, организационные проблемы, технологические, социально-экономические. Каждым из перечисленных факторов можно управлять в определённых условиях, таких как:

- автодорожные условия (ширина проезжей части, расстояние видности, уклоны и спуски, повороты, пересечение автодорог, ширина разграничительной полосы;
- макроклиматические факторы;
- социальные фактор.

Делаем подсчет:

Малосущественный период времени путешествия пожарного автомобиля на отрезке автомаршрута с учётом предусмотренной скорости по правилам дорожного движения рассмотрен в таблице 33.

$$t_{ij} = \frac{l_{ij}}{V_{ij}} \quad (4)$$

где  $l_{ij}$  – протяженностью участка маршрута, м.

Максимально вероятная скорость движения пожарного автомобиля в колонне рассмотрена в таблице 33.

Берем во внимание коэффициент, учитывающий уменьшение предельно возможной скорости направления в силу автодорожных и природно-климатических условий по  $ij$ -му участку стандартного маршрута, анализировано в таблице 33.

$$\tau_{ij} = K_{ij} \frac{l_{ij}}{V_{ij}}, \quad (5)$$

$$K_{um} = \prod_{j=1}^m K_{ij}, \quad (6)$$

где  $K_{ij}$  – коэффициент влияния фактора  $j$  на  $i$ -м участке маршрута;  
 $m$  – количество учитываемых факторов.

Таблица 33 - Характеристика маршрута следования

Но- мер учас- тка мар- шрута	Длина участка маршру- та, м	Радиус поворо- та, м	Расчётная скорость движения , км/ч	Категория дороги	Шири- на участка мар- шрута, м	Наиболь- ший продоль- ный уклон, %	Минимально возможное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимальное время следования ПА (максимальная скорость), мин
1	2	4	6	7	8	9	10	11
1	150	$\infty$	5	4.2	4,0	7	1,80	2,25
2	20	10	40	3.1.	6,0	7	0,03	0,03
3	600	$\infty$	40	5.1.	6,0	7	0,90	1,03
4	100	100	40	3.1.	5,5	5	0,15	0,15
5	550	$\infty$	60	3.2.	5,5	4	0,55	0,60

Продолжение таблицы 33

Но- мер учас- тка мар- шрута	Длина участка маршру- та, м	Радиус поворо- та, м	Расчётная скорость движения, км/ч	Категория дороги	Шири- на участка мар- шрута, м	Наиболь- ший продоль- ный уклон, %	Минимально возможное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимальное время следования ПА (максимальная скорость), мин
6	70	40	40	3.2.	5,5	4	0,11	0,11
7	4500	∞	60	3.2.	6,0	7	4,50	4,66
8	50	30	40	3.2.	5,75	7	0,08	0,08
9	900	∞	40	3.2.	5,5	6	1,35	1,42
10	80	50	50	3.2.	5,5	6	0,10	0,10
11	800	∞	40	3.2.	5,5	6	1,20	1,26
12	60	40	40	3.2.	5,5	6	0,09	0,10
13	300	∞	20	3.2.	5,5	6	0,90	0,90
14	100	80	20	3.2.	5,5	6	0,30	0,40
15	200	∞	20	3.2.	5,5	6	0,60	0,60
16	80	60	20	3.2.	5,5	6	0,24	0,32
17	150	∞	20	3.2.	5,5	6	0,45	0,45
18	50	40	5	3.2.	5,5	6	0,60	0,75
19	90	∞	5	3.2.	5,5	6	1,08	1,08
20	30	20	20	3.2.	5,0	7	0,09	0,12
21	50	∞	5	3.2.	5,0	6	0,60	0,60
22	30	20	20	3.2.	5,0	6	0,09	0,12
Итого							15,79	17,12

*Примечание:*

\* 3. Улицы и дороги (сельского и городского) значения: 3.1. улицы в жилой застройке. 3.2. улицы и дороги научно-производственных, промышленных и коммунально-складских районов. 3.3. парковые дороги. 4. Проезды: 4.1. основные. 4.2. второстепенные. 5. Пешеходные улицы: 5.1. основные. 5.2. второстепенные.

Максимальная скорость передислокации пожарного автомобиля в автоколонне, изображена в таблице 34.

Таблица 34 - Максимально возможная скорость движения ПА в автоколонне

Номер участка маршрута	Протяжен- ность маршрута, м	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 50 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 40 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 20 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 5 м)
1	2	3	4	5	6
1	150	1,3	1,3	1,3	1,3
2	20	11,1	11,1	11,1	6,33
3	600	10,4	10,4	10,4	6,33

Продолжение таблицы 34

Номер участка маршрута	Протяженность маршрута, м	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 50 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 40 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 20 м)	Предельная скорость ПА (расстояние между ПА 5 м)
4	100	11,1	11,1	11,1	6,33
5	550	16,0	16,0	16,0	6,33
6	70	10,8	10,8	10,8	6,33
7	4500	16,4	16,4	16,4	6,33
8	50	10,8	10,8	10,8	6,33
9	900	10,8	10,8	10,8	6,33
10	80	13,6	13,6	13,6	6,33
11	800	10,8	10,8	10,8	6,33
12	60	10,8	10,8	10,8	6,33
13	300	5,6	5,6	5,6	2,33
14	100	4,9	4,9	4,9	2,33
15	200	5,6	5,6	5,6	2,33
16	80	4,9	4,9	4,9	2,33
17	150	5,6	5,6	5,6	2,33
18	50	1,3	1,3	1,3	1,30
19	90	1,4	1,4	1,4	1,40
20	30	4,9	4,9	4,9	2,33
21	50	1,4	1,4	1,4	1,40
22	30	4,9	4,9	4,9	2,33

Минимальное время автодвижения пожарной автомашины, с учетом этого коэффициента, истолковывающего снижение максимальной скорости движения из-за дорожных, транспортных и климатических условий, рассмотрено в таблице 35.

Таблица 35 - Минимально время следования ПА (расчетная и максимальная скорость)

Номер маршрута	Длина участка маршрута, м	$\prod_{j=1}^m K_j$	Минимальное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (максимальная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (максимальная скорость), мин
1	2	3	4	5	6	7
1	150	2,16	1.80	2.25	3,89	4,90
2	100	2,55	0.15	0.15	0,38	0,40

Продолжение таблицы 35

Номер участка маршрута	Длина участка маршрута, м	$\prod_{j=1}^m K_j$	Минимально статочное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (максимальная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (расчетная скорость), мин	Минимально статочное время следования ПА (максимальная скорость), мин
3	550	1,96	0.55	0.60	1,08	1,20
4	70	3,14	0.11	0.11	0,33	0,30
5	4500	1,96	4.50	4.65	8,82	9,10
6	50	1,96	0.08	0.08	0,15	0,20
7	900	1,96	1.35	1.42	2,65	2,80
8	80	2,16	0.10	0.10	0,21	0,20
9	800	1,96	1.20	1.26	2,35	2,50
10	60	3,92	0.09	0.09	0,35	0,40
11	300	1,96	0.90	0.90	1,76	1,80
12	100	2,35	0.30	0.40	0,71	0,90
13	200	1,96	0.60	0.60	1,18	1,20
14	80	1,96	0.24	0.32	0,47	0,60
15	50	1,96	0.60	0.75	1,18	1,50
16	90	1,96	1.08	1.08	2,12	2,10
17	30	1,96	0.09	0.12	0,18	0,20
18	50	2,16	0.60	0.60	1,30	1,30
19	30	1,96	0.09	0.12	0,18	0,20
Итого:					32,06	34,80

Из вышеперечисленных расчетов, что наименьшее вероятное время следования – 15,79 мин, а предусмотренное время следования – 17,12 мин, с учетом коэффициента, если брать во внимание различные автодорожные и природно-климатические обстоятельства, то минимально вероятное время следования – 32,06 мин; расчетное время следования – 34,80 мин.

Фактическое время следования, которое было выявлено в ходе практического эксперимента составило 22 мин.

### **3.2 Экспериментальное обоснование ресурсов для реализации вводного метода тушения пожара (компактная струя)**

Одной из не подвергшейся исследованию проблем, считается задача для охлаждения всех возможных плоскостей в случае пожаров. Для самоизученья установленных задач, была проведена серия экспериментов, в целях понимания и получения профинформации о технологии функционирования ствола «КУРС-8И» (далее - ствол) при использовании огнегасящих средств для огнезащиты объекта, варьирования площади и насыщенности орошения вертикальных плоскостей малоразмерной и распыляемой струей в зависимости от угла наклона.

Сплошные струи воды имеют различность в виде компактности, осязаемой дальности полета и сильным колеблющимся воздействием. При этом потоковые струи получаются при давлении не более 2-3 метров.

В ультракомпактной части «сложность» струи не претерпевает изменений - поток имеет моноформу гидроцилиндра. В сегментированной части «сложность» потока дезорганизовывается струя, раздробляется на маленькие части и уширяется. Концентрация компактной струи относительна из-за того, что между ней и разделенной частью нет резкой границы. Размах компактной части непрерывной струи воды принимается таким, чтобы она несла 75 % от общего количества воды в круге диаметром 26 см и 90 % воды в круге диаметром 38 см.

Исследование проводилось в неспециальных условиях, в естественных, климатических условиях, при которых температура воздуха составляла +19 °С, скорость ветра достигала 3,5 м/с. Оштукатуренная, свежепобеленная стена задействовалась для измерения орошения. Время работы ствола при любом измерении составляет ровно 1 мин. Размер воды, собранной с оросительной плоскости, определяли путем накопления в резервуаре через три водосборника, расположенных на расстоянии 40 см друг от друга и на расстоянии от орошаемой плоскости 1, 0,5, 0,25 см, в соответствии с этим.



Граница плоскости орошения и ее поверхность были визуально установлены вдоль смоченной плоскости. На рисунке 19 показана территория орошения с помощью малогабаритной струи

Ствол установлен под углом  $\varphi = 90^\circ$  к вертикальной плоскости на возвышенности  $h = 1,5$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая плоскость воспринимает круглую форму, с следующим стеканием воды по плоскости. Общая площадь орошения  $1,224 \text{ м}^2$ .

$$S_1 = \pi R^2 = 0,636 \text{ м}^2, \quad q_1 = 35,2 \text{ л/мин} = 0,58 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,92 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2).$$

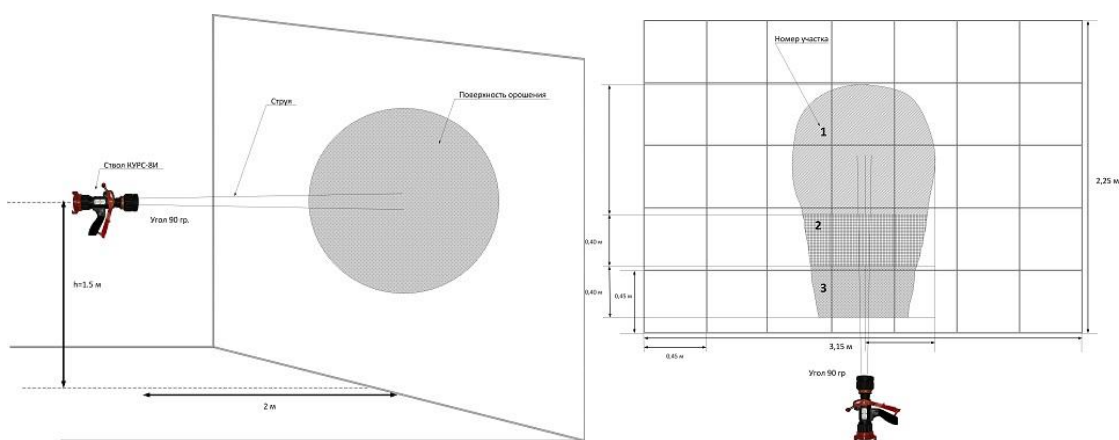


Рисунок 19 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактная струя  $90^\circ$ )

$$S_2 = \frac{a+b}{2} * c = 0,324 \text{ м}^2, \quad q_2 = 17,3 \text{ л/мин} = 0,29 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 0,89 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2).$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} * c = 0,264 \text{ м}^2, \quad q_3 = 13,6 \text{ л/мин} = 0,23 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 0,86 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2).$$

Остаток воды =  $q_0 = 6,5 \text{ л/мин} = 0,1 \text{ л/с}$ ,  $H_n = N * S * Q^2 + H_{ств} = 0,2 \text{ мПа} = 2 * 0,3 * 1,2^2 + 1$ ,

где  $H_n$  – показания манометра;

$N$  – количество рукавов;

$S$  – гидравлическое сопротивление рукава = 0,3,  $Q^2 = q_1 + q_2 + q_3 + q_0$

Насыщенность орошения и расхода воды на поверхность при использовании КУРС-8И (90°) – компактная струя, показано в таблице 36.

Таблица 36 - Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (90°) – компактная струя

Номер участка	Масштаб орошения				Интенсивность орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
	одного участка		трех участков		предельная	низкая	на одном участке		на всех участках	
	м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1	0,636	51,96	0,636	51,96	0,92	0,86	0,58	52,7	0,58	52,7
2	0,324	26,47	0,960	78,43	0,89	0,83	0,29	26,4	0,87	79,1
3	0,264	21,57	1,224	100,00	0,86	0,80	0,23	20,9	1,10	100,0
Итого	1,224	100,0	-	-	-	-	1,10	100,0	-	-

Из анализа представленных данных следует, что интенсивность орошения поверхности неравномерна. Основная его часть длиной 0,9 м и площадью (центр) 0,636 м<sup>2</sup> (51,96 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\min}$ ) – 0,86 до ( $I_{\max}$ ) - 0,92 л/м<sup>2</sup>·с. В нем зафиксировано (Q-центр) – 0,58 л воды (52,7 %). Ширина основной части распределена неравномерно. Он миниатюризирован в своей инициальной и конечной частях. В этой связи предусмотренная длина ( $L_{гас}$ ) орошаемой поверхности с интенсивностью более 0,80 л/м<sup>2</sup>·с была уменьшена до 0,6 м. Среднее значение интенсивности орошения центральной части равно:

$$I_{cp} = \frac{Q_{центр}}{S_{центр}} = \frac{0,58}{0,636} = 0,912 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с.}$$

На рисунке 20 показана поверхность орошения компактной струёй.

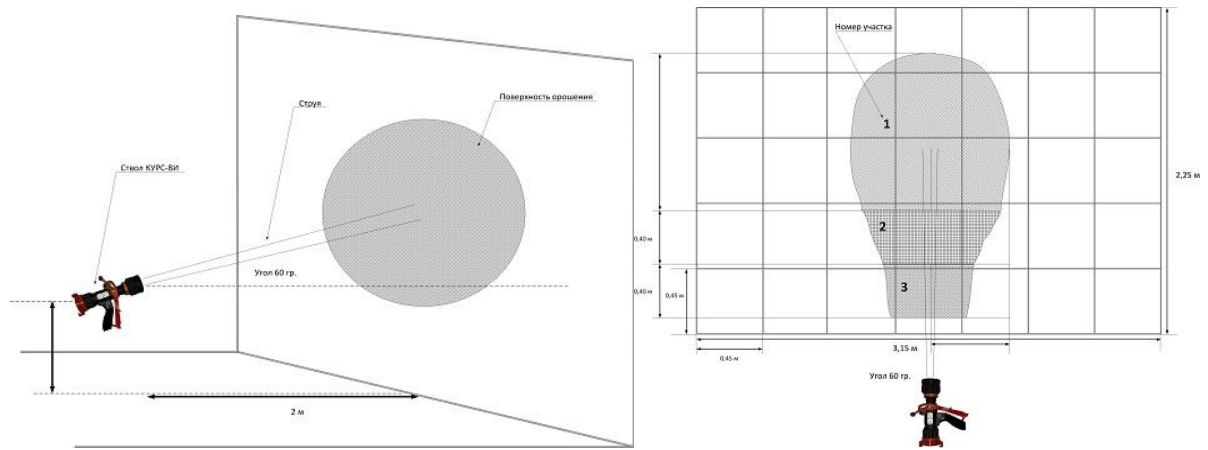


Рисунок 20 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактная струя 60°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 60^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0,75$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму, с последующим стеканием воды по поверхности. Общая площадь орошения  $1,670 \text{ м}^2$ . Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, незначительное – вправо/влево.

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 1,13 \text{ м}^2, \quad q_1 = 24 \text{ л/мин} = 0,4 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,35 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$S_2 = \frac{a+b}{2} * c = 0,312 \text{ м}^2, \quad q_2 = 6 \text{ л/мин} = 0,1 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 0,33 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} * c = 0,228 \text{ м}^2, \quad q_3 = 4,2 \text{ л/мин} = 0,07 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 0,32 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$\text{Остаток воды} = q_0 = 2 \text{ л/мин} = 0,034 \text{ л/с}$$

$$H_H = N * S * Q^2 + H_{\text{ств}} = 0,2 \text{ мПа} = 2 * 0,3 * 0,60^2 + 1,$$

где  $H_H$  – показания манометра,

$N$  – количество рукавов,

$S$  – Гидравлическое сопротивление непрорезиненного рукава = 0,3,

$$Q^2 = q_1 + q_2 + q_3 + q_0$$

Сфокусированность орошения и расхода воды на перпендикулярную поверхность при использовании КУРС-8И (60°) – компактная струя, показано в таблице 37.

Таблица 37 - Сфокусированность орошения и расхода воды на перпендикулярную поверхность при использовании КУРС-8И (60°) – компактная струя

S участков				Сфокусированность орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
одного участка		всех участков		максимальная	минимальная	одного участка		на всех участках	
м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1,130	67,66	1,130	67,66	0,35	0,32	0,4	66,66	0,4	66,66
0,312	18,68	1,442	86,35	0,33	0,31	0,10	21,67	0,53	88,33
0,228	13,65	1,670	100	0,32	0,30	0,07	11,67	0,57	100
1,670	100	-	-	-	-	0,57	100	-	-

Из данных на рисунке 20 и в таблице 37 следует, что насыщенность намачивающей поверхности асимметрична. Основная его часть длиной 0,9 м и площадью (в центре) 1130 м<sup>2</sup> (67,66 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\min}$ ) – 0,32 до ( $I_{\max}$ ) – 0,35 л/м<sup>2</sup>·с. Он зарегистрирован ( $Q_{\text{центр}}$ ) – 0,4 л воды (66,66 %). Ширина центральной части неравномерна. Она уменьшается в своей начальной и конечной частях. В связи с этим расчетная длина ( $L_{\text{рас}}$ ) орошаемой поверхности с интенсивностью более 0,32 л/м<sup>2</sup>·с была уменьшена до 0,6 м. Среднее значение интенсивности орошения центральной части точно такое же

$$I_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{центр}}}{S_{\text{центр}}} = \frac{0,4}{1,130} = 0,354 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с.}$$

На рисунке 21 показана поверхность орошения компактной струей.

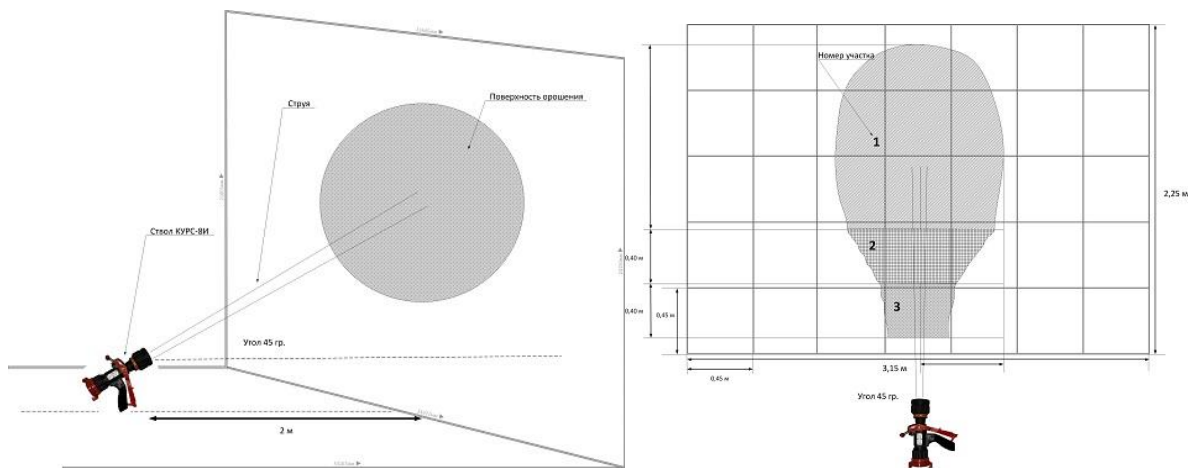


Рисунок 21 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактная струя 45°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 45^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность образует эллиптическую форму, с последующим стеканием воды по плоскости. Общая площадь орошения 1,932 м<sup>2</sup>. Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, малозначительное – вправо/влево.

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 1,452 \text{ м}^2, \quad q_1 = 16,8 \text{ л/мин} = 0,28 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,20 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$$

$$S_2 = \frac{a+b}{2} * c = 0,3 \text{ м}^2, \quad q_2 = 3,6 \text{ л/мин} = 0,06 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 0,19 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} * c = 0,18 \text{ м}^2, \quad q_3 = 1,9 \text{ л/мин} = 0,03 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 0,18 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$$

Остаток воды =  $q_0 = 1 \text{ л/мин} = 0,02 \text{ л/с}$

$$H_n = N * S * Q^2 + H_{\text{ств}} = 0,2 \text{ мПа} = 2 * 0,3 * 0,39^2 + 1,$$

где  $H_n$  – показания манометра,

$N$  – количество рукавов,

$S$  – гидравлическое сопротивление непрорезиненного рукава = 0,3,

$$Q^2 = q_1 + q_2 + q_3 + q_0$$

Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (45°) – компактная струя, показано в таблице 38.

Таблица 38 - Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (45°) – компактная струя

Номер участка	Площадь орошения				Интенсивность орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
	одного участка		всех участков		Максимальная	Минимальная	на одном участке		на всех участках	
	м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1	1,452	75,16	1,452	75,16	0,20	0,18	0,22	62,86	0,22	62,86
2	0,300	15,53	1,752	90,68	0,19	0,17	0,08	22,86	0,30	85,71
3	0,180	9,32	1,932	100,00	0,18	0,13	0,05	14,29	0,35	100,00
Итого	1,932	100,00	-	-	-	-	0,35	100,00	-	-

Из анализа данных на рисунке 21 и в таблице 38 следует, что интенсивность смачивания поверхности неравномерна. Его центральная часть длиной около 0,9 м и площадью (Центр) 1,452 м<sup>2</sup> (75,16 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\min}$ ) – 0,18 до ( $I_{\max}$ ) - 0,20 л/м<sup>2</sup>·с. Зарегистрировано ( $Q_{\text{center}}$ ) – 0,22 л воды (62,86 %). Ширина центральной части неравномерна. Она уменьшается в своей начальной и конечной частях. В связи с этим, расчетная длина ( $L_{\text{ра}}$ ) орошаемой поверхности с интенсивностью более 0,18 л/м<sup>2</sup>·с была снижена до 0,6 м. Среднее значение интенсивности орошения

центральной части равно:

$$I_{\text{cp}} = \frac{Q_{\text{центр}}}{S_{\text{центр}}} = \frac{0,22}{1,452} = 0,152 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с}$$

Дополнительно, для замера орошения применялась побеленная стенка. Время работы ствола, при разных замерах, составляла 1 мин. Объем воды, собираемый с плоскости орошения, определялся скоплением в вместимость сквозь водосборник, находящийся на расстоянии 50 см от центра подачи огнетушащих веществ и на удалении от орошаемой плоскости на расстояние 0 см (вплотную к орошаемой поверхности). В следующем определялся объем скопленной воды.

Граница орошения поверхности(плоскости) определялась визуально по смоченной поверхности.

На рисунке 22 показана поверхность орошения компактной струей:

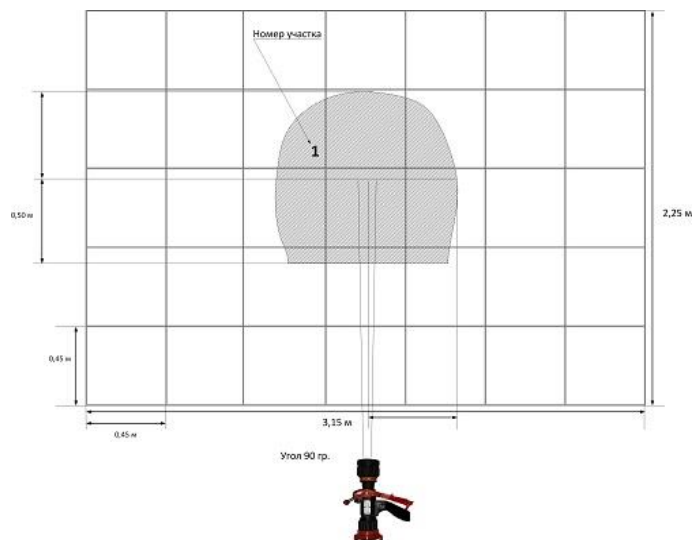


Рисунок 22 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактная струя 90°)

Установили пожарный ствол под углом  $\varphi = 90^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 1,5$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает круглую форму с последующим стеканием воды по поверхности. Общая площадь орошения  $0,76 \text{ м}^2$ .

$$S_1 = \pi R^2 = 0,76 \text{ м}^2, \quad q_1 = 58 \text{ л/мин} = 0,97 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 1,28 \text{ л/ (с} \cdot \text{м}^2)$$

На рисунке 23 показана поверхность орошения компактной струёй:

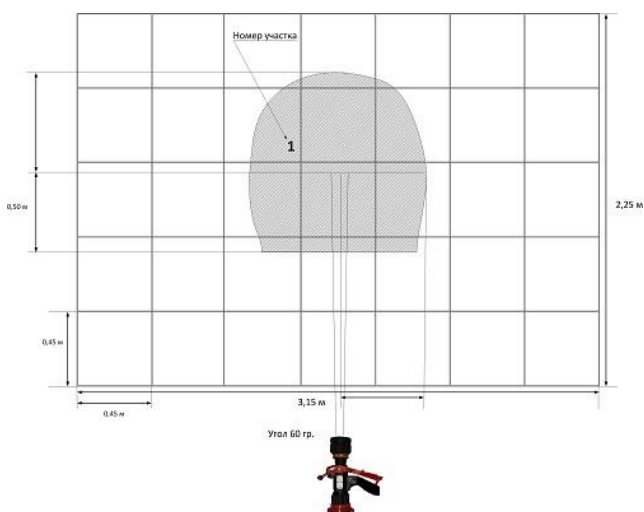
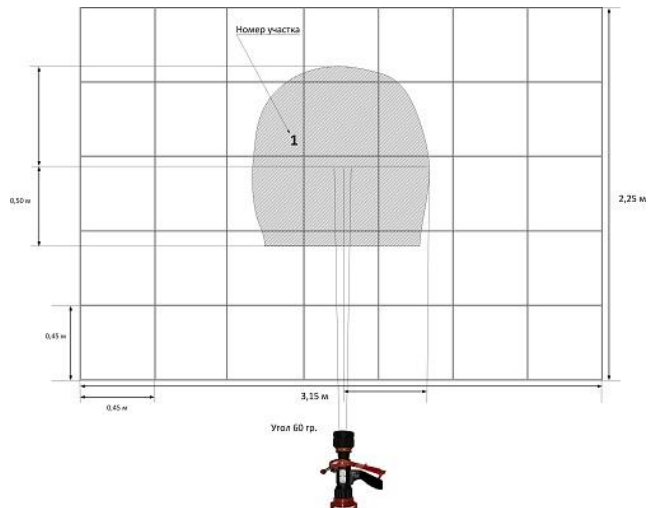


Рисунок 23 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактность струи 60°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 60^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0,75$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму, после чего вода стекает по поверхности. Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, небольшое увеличение наблюдается вправо/влево. Общая площадь составляет  $1,25$  м<sup>2</sup>.

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 1,25 \text{ м}^2, \quad q_1 = 44 \text{ л/мин} = 0,7 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,8 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$



На рисунке 24 показана поверхность орошения компактной струей:

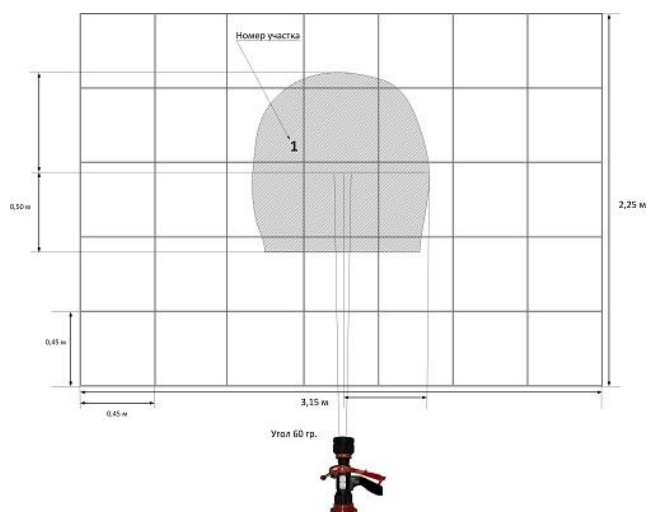


Рисунок 24 – Поверхность орошения КУРС-8И (компактность струи  $45^\circ$ )





$$S_2 = \frac{a+b}{2} * c = 0,335 \text{ м}^2, \quad q_2 = 38,4 \text{ л/мин} = 0,64 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 1,90 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} * c = 0,225 \text{ м}^2, \quad q_3 = 12 \text{ л/мин} = 0,2 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 0,888 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$$

$$\text{Остаток воды} = q_0 = 7 \text{ л/мин} = 0,12 \text{ л/с}$$

$$\text{где } H_n = N * S * Q^2 + H_{сгв} = 0,2 \text{ мПа} = 2 * 0,3 * 1,77^2 + 1,$$

$H_n$  – показания манометра,

$N$  – количество рукавов,

$S$  – Гидравлическое сопротивление рукава = 0,3,  $Q^2 = q_1 + q_2 + q_3 + q_0$

Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (90°) – распыленная струя, показано в таблице 39.

Таблица 39 - Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (90°) – распыленная струя

Номер участка	Площадь орошения				Интенсивность орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
	одного участка		всех участков		Максимальная	Минимальная	на одном участке		на всех участках	
	м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1	0,865	60,7	0,865	60,7	0,93	0,90	0,80	48,5	0,80	48,5
2	0,335	23,5	1,200	84,2	0,92	0,89	0,65	39,4	1,45	87,9
3	0,225	15,8	1,425	100,0	0,91	0,86	0,20	12,1	1,65	100,0
Итого	1,425	100,0	-	-	-	-	1,65	100,0	-	-

Из полученных данных, приведенных на рисунке 25 и таблице 37, следует, что интенсивность водного покрытия поверхности неравномерна. Основная его часть длиной около 1,3 м и площадью (в центре) – 0,865 м<sup>2</sup> (60,7 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\min}$ ) – 0,88 до ( $I_{\max}$ ) - 0,94 л/м<sup>2</sup>·с. Он зарегистрирован ( $Q_{\text{center}}$ ) – 0,8 л воды (48,5 %). Ширина основной части неравномерна, струя уменьшается в ее начальной и конечной частях. В связи с этим расчетная длина ( $L_{\text{ра}}$ ) орошаемой поверхности с интенсивностью более 0,88 л/м<sup>2</sup>·с была уменьшена до 0,9 м. Среднее значение интенсивности орошения центральной части равно:

$$I_{cp} = \frac{Q_{центр}}{S_{центр}} = \frac{0,8}{0,865} = 0,925 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с}$$

На рисунке 26 показана поверхность орошения распыленной струей:

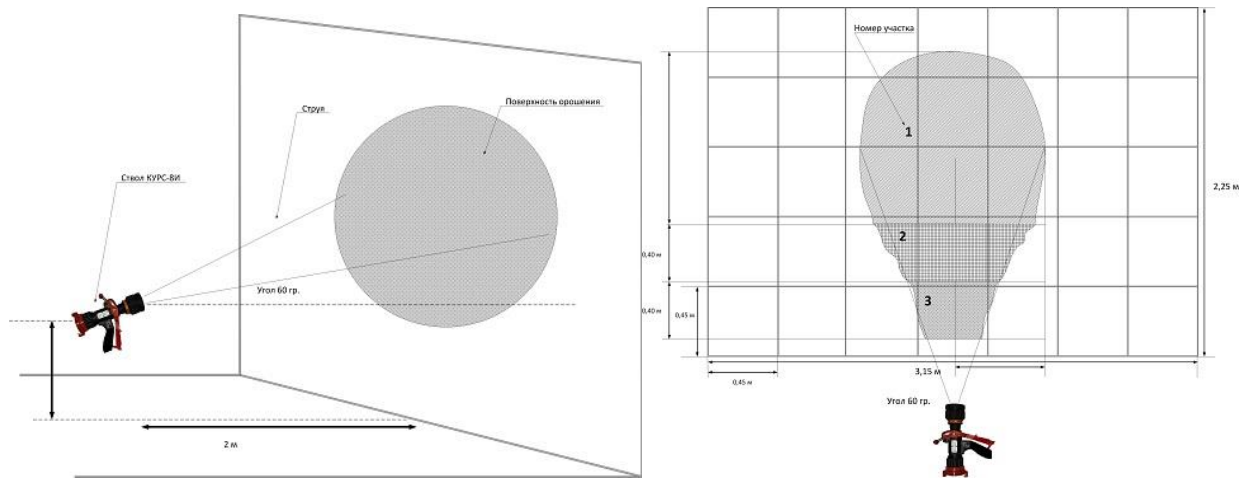


Рисунок 26 – Поверхность орошения КУРС-8И (распыленная струя 60°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 60^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0,75$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму, с последующим стеканием воды по поверхности. Общая площадь орошения 1,768 м<sup>2</sup>. Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, незначительное – вправо/влево.

$$S_{1(эллипс)} = \pi \cdot a \cdot b = 1,246 \text{ м}^2, \quad q_1 = 45 \text{ л/мин} = 0,75 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,6 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$S_2 = \frac{a+b}{2} \cdot c = 0,324 \text{ м}^2, \quad q_2 = 28 \text{ л/мин} = 0,47 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 1,44 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} \cdot c = 0,198 \text{ м}^2, \quad q_3 = 15 \text{ л/мин} = 0,25 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 1,263 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

Остаток воды =  $q_0 = 5 \text{ л/мин} = 0,08 \text{ л/с}$

$$H_n = N \cdot S \cdot Q^2 + H_{ств} = 0,2 \text{ мПа} = 2 \cdot 0,3 \cdot 1,55^2 + 1,$$

где  $H_n$  – показания манометра,

$N$  – количество рукавов,

$S$  – гидравлическое сопротивление непроризиненного рукава=0,3,  
 $Q^2=q_1+q_2+q_3+q_0$ .

Концентрация орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (60°) – распыленная струя, показано в таблице 40.

Таблица 40 - Интенсивность орошения (подачи) и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (60°) – распыленная струя

Номер участка	Площадь орошения				Концентрация орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
	одного участка		всех участков		максимальная	минимальная	на одном участке		на всех участках	
	м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1	1,246	70,5	1,246	70,5	1,44	0,6	0,75	51,02	0,75	51,02
2	0,324	18,3	1,570	88,8	1,43	0,59	0,47	32,00	1,22	83,00
3	0,198	11,2	1,768	100,0	1,42	0,58	0,25	17,00	1,47	100,00
Итого	1,768	100,0	-	-	-	-	1,47	100,00	-	-

Из рассмотрения данных на рисунке 26 и таблице 40 следует, что концентрация смачивания поверхности неравномерна. Основная его часть длиной около 1,3 м и площадью (в центре) 1,246 м<sup>2</sup> (70,5 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\min}$ ) - 0,6 до ( $I_{\max}$ ) - 1,44 л/м<sup>2</sup>·с. Зарегистрировано ( $Q_{\text{центр}}$ ) - 0,75 л воды (51,02 %). Ширина центральной части неравномерна. Она уменьшается в своей начальной и конечной частях. В связи с этим расчетная длина ( $L_{\text{рас}}$ ) орошаемой поверхности с интенсивностью более 0,6 л/м<sup>2</sup>·с была уменьшена до 0,9 м. Среднее значение интенсивности орошения центральной

части равно:

$$I_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{центр}}}{S_{\text{центр}}} = \frac{0,75}{1,246} = 0,602 \text{ л/м}^2\cdot\text{с}$$

На рисунке 27 показана поверхность орошения распыленной струей.

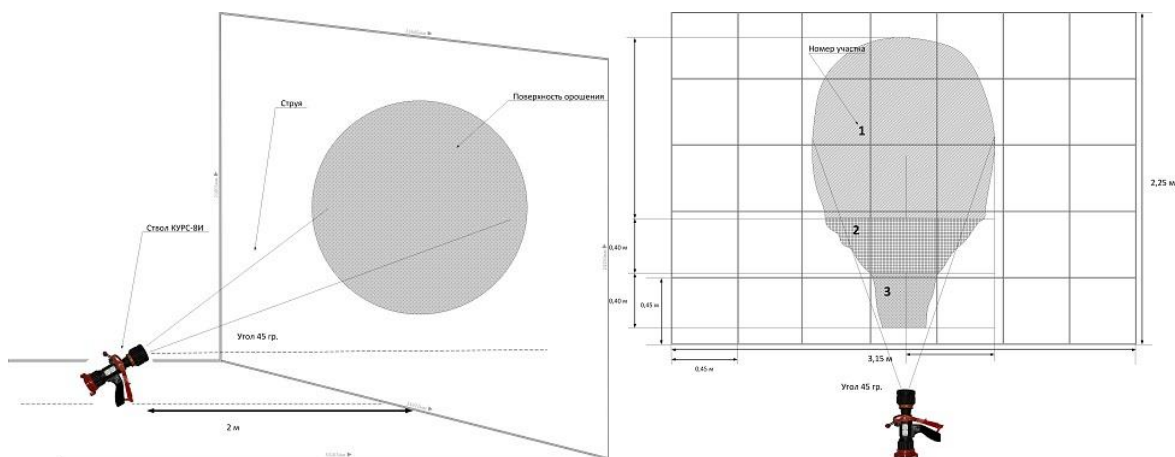


Рисунок 27 – Поверхность орошения КУРС-8И (распыленная струя 45°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 45^\circ$  плоскости на возвышенности  $h = 0$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму, с последующим стеканием воды по поверхности. Общая площадь орошения 2,432 м<sup>2</sup>. Ведущее наращивание площади имеется ввысь по плоскости, малозначительное – вправо/влево.

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 1,96 \text{ м}^2, \quad q_1 = 42 \text{ л/мин} = 0,7 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,36 \text{ л/(с·м}^2)$$

$$S_2 = \frac{a+b}{2} \cdot c = 0,318 \text{ м}^2, \quad q_2 = 20 \text{ л/мин} = 0,33 \text{ л/с}, \quad I_2 = \frac{q_2}{S_2} = 1,05 \text{ л/(с·м}^2)$$

$$S_3 = \frac{a+b}{2} \cdot c = 0,154 \text{ м}^2, \quad q_3 = 17 \text{ л/мин} = 0,28 \text{ л/с}, \quad I_3 = \frac{q_3}{S_3} = 1,84 \text{ л/(с·м}^2)$$

$$\text{Остаток воды} = q_0 = 3 \text{ л/мин} = 0,05 \text{ л/с}$$

$$H_n = N \cdot S \cdot Q^2 + H_{\text{ств}} = 0,2 \text{ мПа} = 2 \cdot 0,3 \cdot 1,36^2 + 1,$$

где  $H_n$  – показания манометра;

$N$  – количество рукавов;

$$S \text{ – гидравлическое сопротивление рукава} = 0,3, \quad Q^2 = q_1 + q_2 + q_3 + q_0$$

Концентрация подачи воды и потока на вертикальную поверхность при использовании КУРСА-8И (45°) представляет собой распыляемую струю, показанную в таблице 41.

Таблица 41 - Интенсивность орошения и расхода воды на вертикальную поверхность при использовании КУРС-8И (45°) – распыленная струя

Номер участка	Площадь орошения				Интенсивность орошения, л/м <sup>2</sup> ·с		Расход воды			
	одного участка		всех участков		Максимальная	Минимальная	на одном участке		на всех участках	
	м <sup>2</sup>	%	м <sup>2</sup>	%			л/с	%	л/с	%
1	1,96	80,6	1,96	80,6	0,7	0,28	0,7	53,4	0,7	53,4
2	0,318	13,06	2,278	93,7	0,69	0,27	0,33	25,2	1,03	78,6
3	0,154	6,33	2,432	100	0,68	0,26	0,28	21,4	1,31	100
Итого	2,432	100	-	-	-	-	1,31	100	-	-

Из рисунка 27 и таблицы 41 следует, что напряженность смачивания плоскости неравномерна. Центральная её доля длиной в пределах 1,3 м и площадью ( $S_{\text{центр.}}$ ) – 1,96 м<sup>2</sup> (80,6 %) орошается с интенсивностью от ( $I_{\text{мин}}$ ) – 0,36 до ( $I_{\text{макс}}$ ) – 1,84 л/м<sup>2</sup>·с. На нём записано ( $Q_{\text{центр}}$ ) – 0,7 л воды (53,42 %). Ширина основной части неравномерна. Она минимальна в исходной и конечной её частях. В связи с данным расчётная длина ( $L_{\text{рас}}$ ) орошаемой плоскости интенсивностью больше 0,36 л/м<sup>2</sup>·с уменьшена до 0,9 м. Среднее значение напряженности орошения центральной части точно также

$$I_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{центр}}}{S_{\text{центр}}} = \frac{0,7}{1,96} = 0,357 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с.}$$

Для замера орошения использовалась оштукатуренная стена. Время работы ствола, при каждом замере, равно 1 минута. Объем воды, собираемый с поверхности орошения, определялся накоплением в емкость через водосборник, расположенный на расстоянии 50 см от центра подачи тушащих веществ и на расстояние от орошаемой поверхности 0 см (вплотную к орошаемой поверхности). В дальнейшем определялся объем скопленной жидкости. Граница поверхности орошения определялась визуально по намоченной поверхности.

На рисунке 28 показана поверхность орошения распыленной струёй:

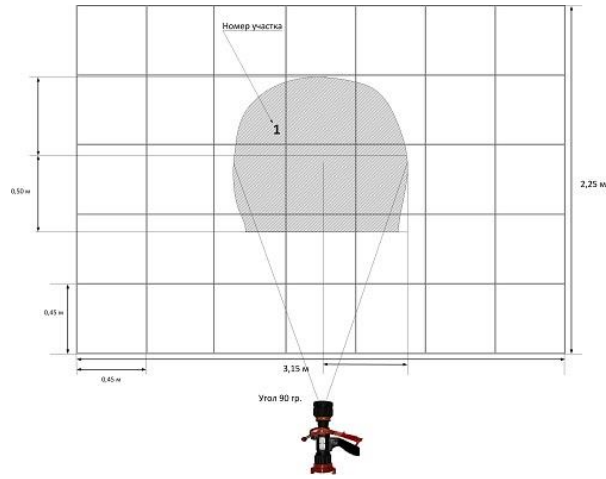


Рисунок 28 – Поверхность орошения КУРС-8И (распыленная струя 90°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 90^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 1,5$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает круглую форму с последующим стеканием воды по поверхности. Общая площадь орошения  $0,96 \text{ м}^2$ .

$$S_I = \pi R^2 = 0,96 \text{ м}^2, \quad q_1 = 78 \text{ л/мин} = 1,3 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 1,35 \text{ л/ (с} \cdot \text{м}^2)$$

На рисунке 29 показана поверхность орошения распыленной струей.

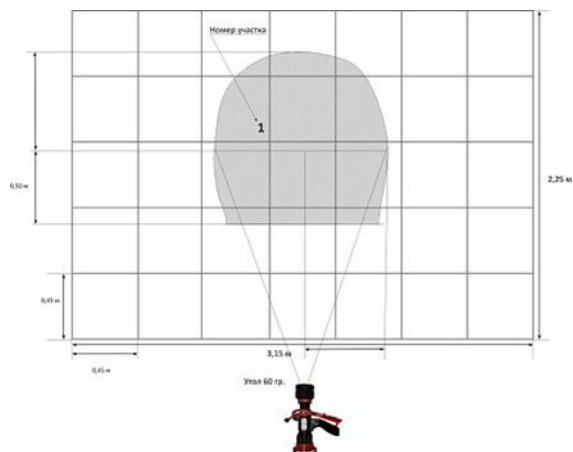


Рисунок 29 – Поверхность орошения КУРС-8И (распыленная струя 60°)

Ствол установлен под углом  $\varphi = 60^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0,75$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму с последующим стеканием воды по поверхности. Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, незначительное – вправо/влево. Общая площадь  $1,33 \text{ м}^2$ .

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 1,33 \text{ м}^2, \quad q_1 = 66 \text{ л/мин} = 1,1 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,83 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2)$$

На рисунке 30 показана поверхность орошения распыленной струей:

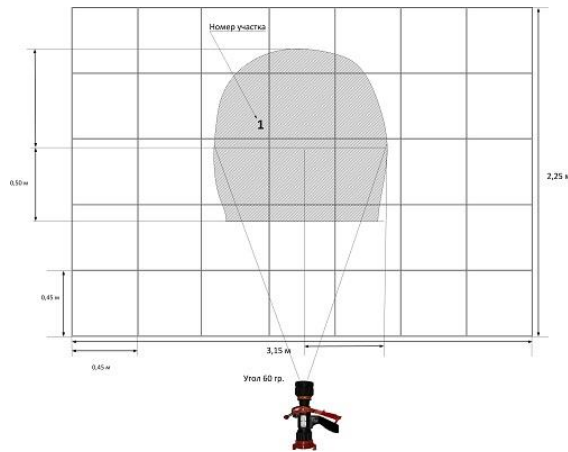


Рисунок 30 – Поверхность орошения КУРС-8И (распыленная струя  $45^\circ$ )

Ствол установлен под углом  $\varphi = 45^\circ$  к вертикальной поверхности на высоте  $h = 0$  м и расстоянии 2 м. Орошаемая поверхность принимает эллиптическую форму с последующим стеканием воды по поверхности. Основное увеличение площади наблюдается вверх по поверхности, незначительное – вправо/влево. Общая площадь  $2,04 \text{ м}^2$ .

$$S_{1(\text{эллипс})} = \pi \cdot a \cdot b = 2,04 \text{ м}^2, \quad q_1 = 57 \text{ л/мин} = 0,95 \text{ л/с}, \quad I_1 = \frac{q_1}{S_1} = 0,47 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2)$$



### **3.4 Экономическое обоснование эффекта от внедрения прогрессивных средств тушения пожара**

Одним из весомых направлений структурно-концептуальной модели расклада к понижению числа чрезвычайных обстановок и вреда от их считается их действенная ликвидация. На случай тушения пожаров она включает в себя: разработку свежих действенных средств тушения пожаров; разработку инновационной техники доставки и подачи средств тушения; разработку свежих способов и стратегии тушения пожаров; разработку автоматических систем рационального управления силами и способами тушения пожаров; улучшение имеющихся место быть и разработку свежих общепризнанных мерок по предупреждению становления пожаров до больших объемов.

Поскольку тушение пожаров является долгим и трудоёмким процессом, то уменьшение времени на ликвидацию таких пожаров будет серьезно влиять на пожарную обстановку в муниципальном образовании Темрюкский район; сокращать убытки от пожаров; экономить ресурс пожарно-спасательной техники и пожарно-технического оборудования; сокращать издержки горюче-смазочных материалов.

Из выше представленных расчетов можно сделать вывод, что расход подачи огнетушащих веществ имеет обратную зависимость от времени; следовательно, пожарные стволы с большими затратами будут обеспечивать большую интенсивность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара и на защиту, чем требуется, то тушение территории пожара будет происходить вдвое быстрее. Следовательно, данный процесс позволяет уменьшить время подачи стволов на тушение и подать огнетушащие вещества без привлечения личного состава к работе на высоте.

Для квалификации данных необходимых для сравнения вариантов технических решений сведем их в таблицу 40. Экспериментальные данные получены при одинаковой схеме подачи огнетушащих веществ.

Найдем приведенные расходы:

$$Z = C + E_n * K, \quad (7)$$

где  $C$  – текущие расходы, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

$K$  – удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

Варианты реализации технических решений показаны в таблице 42.

Таблица 42 - Варианты реализации технических решений

Наименование показателей	Условные обозначения	Единица измерения	Значение показателя ствола		Источник получения данных	
			РСК-50	КУРС-8И	РСК-50	КУРС-8И
Расход	q	л/с	2,7	8,0	справочные данные	опыт
Орошаемая площадь	$S_{ор}$	м <sup>2</sup>	3,5	31,5	опыт	опыт
Объем зоны воздействия	V	м <sup>3</sup>	10,5	30,5	опыт	опыт
Срок службы	$T_{сл.}$	лет	8	10	ГОСТ 9923-80*	ГОСТ 9923-80*
Средняя стоимость	K	руб.	1500	22000	производитель	производитель

Для РСК – 50:

$$Z_1 = 0 + 0,15 * 1500 = 225 \text{ руб.}$$

Для КУРС-8И:

$$Z_2 = 0 + 0,15 * 22000 = 3300 \text{ руб.}$$

Найдём величину предвидимого годового финансового эффекта (при внедрении ствола КУРС-8И в подразделении пожарной охраны:

$$\begin{aligned} \Delta &= \left( Z_1 * K_3 * \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} + \frac{(I_1 * K_3 - I_2) - E_n(K_2 - K_1)}{P_2 + E_n} - Z_2 \right) * A_2 = \\ &= \left( 225 * 5,8 * \frac{8 + 0,15}{10 + 0,15} + \frac{(0 * 5,8 - 0) - 0,15(22000 - 1500)}{10 + 0,15} - 2400 \right) * 4 = -5437,20 \text{ рубля} \end{aligned} \quad (8)$$

где  $K_3$  - коэффициент эквивалентности, характеризующий уровень качества нового технического решения;

$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$  - коэффициент учета изменения срока службы нового технического решения по сравнению с базовым;

$\frac{(I_1 * K_3 - I_2) - E_n(K_2 - K_1)}{P_2 + E_n}$  - экономия затрат и отчислений от соответствующих капитальных вложений за весь срок службы нового технического решения по сравнению с базовым, руб.;

$I_1$  и  $I_2$  - годовые эксплуатационные расходы потребителя при использовании вариантов технического решения, руб.;

$A_2$  - годовой объем внедрения, шт.

Рассчитаем коэффициент эквивалентности, характеризующий уровень качества:

$$K_3 = p_1 * a_1 + p_2 * a_2 + p_3 * a_3 \quad (9)$$

где  $p_1$  - относительный показатель зоны воздействия пожарными стволами;

$p_2$  - относительный показатель орошаемой площади пожарными стволами;

$p_3$  - показатель расхода огнетушащего вещества пожарных стволов;

$a_1, a_2, a_3$  - коэффициенты весомости указанных показателей качества пожарных стволов соответственно.

Характеристики показателей качества играют существенную роль в оценке и оказывают воздействие на итоговый результат расчета. Между основными методами определения параметров необходимо отметить следующие: экспертный; максимальных и номинальных значений;

эквивалентных соотношений; стоимостных регрессионных зависимостей (стоимостной).

На основании сравнения рабочих характеристик пожарных стволов, используемых при подаче огнетушащих веществ, экономический эффект при внедрении новых пожарных стволов в подразделении пожарной охраны будет минимальный, а также использование КУРС-8И выгодно при тушении крупных пожаров, ввиду сокращения времени тушения на доступном участке пожара, более эффективного воздействия на зону горения, оптимизации использования сил и средств пожарной охраны.

Выводы по разделу.

Анализ времени прибытия на место ЧС, подразделений Темрюкского гарнизона показал, что более 50 % возгораний, были ликвидированы на первоначальном этапе, в течение первых 2 ч, первым прибывшим подразделением. Потребовалось привлечение дополнительных сил и средств для локализации пожаров и последующей ликвидации горения – 35 % случаев.

В соответствии с пунктом 2.10. приказа МЧС России от 31.03.2011 № 156: «Выезд и следование к месту пожара (вызова) осуществляются в кратчайшие сроки, что достигается:

- сбором и выездом личного состава караула в течение времени, не превышающего нормативное;
- движением пожарных автомобилей по кратчайшему маршруту с использованием специальных световых и звуковых сигналов с учетом обеспечения безопасности движения;
- знанием особенностей района выезда.»

В соответствии с пунктом 3.1, «Правил дорожного движения»: «Водители транспортных средств с включенным проблесковым маячком синего цвета, выполняя неотложное служебное задание, могут отступать от требований разделов 6 (кроме сигналов регулировщика) и 8-18 настоящих Правил, приложений 1 и 2 к настоящим Правилам при условии обеспечения безопасности движения».

На основе анализа из открытых литературных источников, выявлены факторы, влияющие на время следования пожарно-спасательных подразделений, основными из которых являются:

- дорожные условия,
- природно-климатические факторы,
- человеческий фактор.

Компьютерное моделирование маршрута пожарно-спасательного транспортного средства от места расположения пожарно-спасательного подразделения до начала транспортной инфраструктуры Керченского мостового перехода позволило рассчитать минимально возможное время в пути и максимально допустимое время в пути и составило 15,796 минуты и 34,8 минуты соответственно.

Серия опытов (привлекались водители пожарных автомашин, имеющих разную профессиональную подготовку) по физиологическому моделированию, которая велась ежеквартально (совместно с запланированными особыми тактическими учениями на транспортном переходе сквозь Керченский пролив) зимой, летом, осенью и весной показала корректность начальных данных и способов моделирования. При проведении данных опытов среднее время прибытия к территории вероятного ЧС составляет 22 мин.

Время прибытия первого пожарно-спасательного отряда выше нормативное время, конкретное техническим регламентом.

Данные расчеты демонстрируют, собственно, что при планировании событий по обеспечению пожарной защищенности всей инфраструктуры транспортного перехода сквозь Керченский пролив нужно принимать во внимание в первую очередь экономически обоснованный и подходящий выбор дислокации пожарно-спасательных отрядов.

Для проведения серии экспериментов по подаче огнетушащих веществ был выбран ствол КУРС-8И, в связи с тем, что (80-90) % выезжающих пожарно-спасательных подразделений Темрюкского пожарно-спасательного

гарнизона оснащены данным типом стволов и отсутствие сведений в информационно-справочной литературе, которые необходимы для расчета ресурсов для локализации и ликвидации пожаров с применением указанного ствола.

В ходе изучения было выявлено, что затрата воды из ствола КУРС-8И и ствола РСК-50 меняется в зависимости от давления воды. Затрата воды из ствола КУРС-8И выше затрата из ствола РСК-50 в среднем в два раза.

Разница в приобретенных расчетных и опытных данных оформляет 6,2 %. Эта ошибка обусловлена усредненной интенсивностью подачи воды и погрешностью устройств измерения.

При подаче малогабаритной части потока на вертикальную плоскость были получены надлежащие данные, выставленные в таблице 3.4.2.

На основании сопоставления данных пожарных стволов, применяемых при подаче огнетушащих препаратов, финансовый эффект при внедрении инновационных пожарных стволов в отряде пожарной охраны станет в небольшую сумму, а еще внедрение КУРС-8И прибыльно при тушении больших пожаров, ввиду уменьшения времени тушения на участке пожара, больше действенного влияния на зону горения, оптимизации применения сил и средств пожарной охраны.

Были проведены практические эксперименты с целью получения дополнительной информации о технологии функционирования ствола «КУРС-8И» при использовании огнетушащих средств для защиты, а также проведены исследования по изменению площади и интенсивности орошения вертикальных плоскостей малогабаритной и распыляемой струей в зависимости от угла наклона ствола, из расчетов можно сделать вывод, что пожарные стволы с большими затратами обеспечат, если интенсивность подачи огнетушащих веществ к очагу пожара будет больше, чем требуется, тогда тушение площади пожара произойдет в два раза быстрее.

## Заключение

По результатам решения поставленных задач исследования сделаны следующие выводы:

- проведен анализ объектов инфраструктуры транспортного перехода через Керченский пролив, возможные ЧС на объектах, экономико-географической характеристики Темрюкского района и пожарно-спасательных подразделений района. Исследованы статистические данные о пожарах на территории муниципального образования Темрюкский район, анализ организации деятельности, места дислокации, оснащенность техникой и пожарно-техническим вооружением имеющихся подразделений Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона. Анализ показал, что состояние пожарно-спасательных автомобилей, аварийно-спасательной техники, профессиональная подготовка личного состава, состояние помещений (пожарных депо) на местах дислокации подразделений, масштабный процесс обновления и расширения инфраструктуры Таманского полуострова требуют особого внимания на самом высоком уровне, а на фоне сокращения количества личного состава пожарно-спасательных подразделений Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона, ставит под угрозу оперативное реагирование пожарных подразделений;
- проведен анализ времени прибытия пожарно-спасательных подразделений Темрюкского пожарно-спасательного гарнизона к месту возможных чрезвычайных ситуаций на особо опасные объекты Темрюкского района. Анализируя данные, мы можем наблюдать тенденцию к повышению гибели граждан при чрезвычайных ситуациях, а также косвенной причиной можно назвать увеличение количества отдыхающих граждан в высокий курортный сезон и в разы увеличившийся поток грузовых и легковых автомобилей в

- республику Крым через Керченский мост, где есть вероятность возникновения нескольких пожаров;
- был проведен ряд экспериментов по выявлению факторов, влияющих на время работы пожарно-спасательных подразделений, чем меньше времени пожарно-спасательное подразделение проводит на маршруте, тем позже возникнут критические пожарные опасности и потребуются меньше времени для ликвидации чрезвычайной ситуации, на маршруте пожарно-спасательной команды могут возникнуть непредвиденные обстоятельства (поломка автомобиля в пути, пробки, закрытие дороги на железнодорожном переезде);
  - было выполнено компьютерное моделирование движения пожарно-спасательного транспортного средства, следующего от места расположения пожарно-спасательного подразделения к началу транспортной инфраструктуры Керченского моста, что позволило рассчитать минимально возможное время следования и максимально допустимое время следования, время прибытия первого пожарно-аварийно-спасательное подразделение превышает нормативное время;
  - сделан вывод, что при планировании мероприятий по обеспечению пожарной безопасности всей инфраструктуры через Керченский пролив надо рассматривать в первую очередь экономически аргументированный и оптимальный выбор мест дислокации пожарно-спасательных подразделений;
  - проведены эксперименты с целью получения дополнительной информации о технологии функционирования ствола «КУРС-8И» при применении огнетушащих средств для защиты, а также наблюдения за изменением площади и концентрации орошения оштукатуренной стены компактной и распыляемой струей в зависимости от наклона ствола, из расчетов можно сделать вывод, что расход огнетушащих веществ имеет обратную зависимость от времени.



## Список используемых источников

1. Амирджанова И.Ю. Оформление отчета осуществляется по пособию Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2019. 145 с.
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Е.М., Алехин Ю.И. Теоретические основы организации и управления деятельностью противопожарной службы. Пожаровзрывобезопасность, 2002. № 1. С. 3-15.
3. Брушлинский Н.Н. Дислокация пожарных частей в городе. Управление пожарными подразделениями (выезд и следование): Монография. М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. 87 с.
4. Брушлинский Н.Н. К вопросу о математическом обосновании количества пожарных частей в городах // Труды Высшей школы МООП СССР. Вып. 17. – М., 1967.
5. Брушлинский Н.Н. Применение методов теории массового обслуживания к определению загрузки гарнизона пожарной охраны города: ВШ МВД СССР. – М., 1969.
6. Брушлинский Н.Н. Противопожарная служба как сложная система: Труды Высшей школы МВД СССР. Выпуск 26. – М.: Стройиздат, 1970.
- 7 Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы: Учебник. – М. : МИПБ МВД России, 1998. 255 с.
- 8 Горина Л.Н. Производственная практика «научно-исследовательская работа» по направлению подготовки магистров «Техносферная безопасность : учеб. пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2019. 33 с.
9. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.09.2020).
10. ГОСТ Р. 55201-2012. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и

техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 02.11.2020).

11. ГОСТ Р 42.0.03. -2016 «Гражданская оборона. Правила нанесения на карты прогнозируемой и сложившейся обстановки при ведении военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.11.2020).

12. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.11.2020).

13. Даниленко О.В. Теоретико-методологические аспекты подготовки и защиты научно-исследовательской работы : учеб. пособие. Москва: ФЛИНТА, 2016. 182 с.

14. Денисов А.Н. Управление пожарными подразделениями (выезд и следование): Монография. - М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. 87 с.

15. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение. М. : Стройиздат, 1986. С. 316

16. Крымский мост : электронный проект. [Электронный ресурс] : URL:<https://krymskijmost.info/stati/kerchenskiy-most.html> (Дата обращения: 15.10.2020).

17. Матюшин А.В. Методологические основы определения необходимого числа оперативных подразделений пожарной охраны для защиты городских и сельских поселений от пожаров (новый взгляд на старую проблему): Пожарная безопасность. - 2005. - № 3. С.45-52.

18. Минаев С.Н., Ситников В.Г., Семиков В.Л. Некоторые вопросы организации пожарной охраны за рубежом. Зарубежная пожарная техника. М.: ВНИИПО, 1972, С.67-74.

19. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ

- МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.12.2020).
- 20 «Безопасность зданий и сооружений»: Журнал [Электронный ресурс] : URL: [https://www.securitymedia.ru/issue\\_building.html](https://www.securitymedia.ru/issue_building.html) (Дата обращения: 05.10.2020).
21. РД 52.04.253-90 Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими и ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и на транспорте [Электронный ресурс] : руководящий документ URL : <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.11.2020)
22. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф и стихийных бедствий», книга 2, МЧС России, 1994 год.
23. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения. [Электронный ресурс] : М.: ВНИИПО, 2009. 14 с. URL : <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 30.11.2020).
24. СП 165.1325800.2014. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru> (Дата обращения: 10.11.2020).
25. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. URL : <http://www.garant.ru/> (дата обращения 15.11.2020).
26. Francis R.L., White J.A. Facilities layout and location: Analytical approach. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1974.
27. Fire Engineering: Журнал URL: <https://www.fireengineering.com/> (Дата обращения: 10.10.2020).
28. Kolesar P., Walker W. An algorithm for the dynamic relocation of fire companies. Operations Res., Vol.22, С. 249-274.
29. Larson R.C. Improving the effectiveness of New Citi 911: in book Analyze-sis of public systems. Massachusetts, 1972.
30. Shields T.J. Buildings and Fire. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1987, С.22-32.