



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«ТЕХКРАНЭНЕРГО»

600009, г. Владимир, ул. Полины Осипенко, д. 66, www.tke.ru

Номер регистрации в реестре Ассоциации
"ОПВО", СРО-№27 от 24.12.2009 г.

Заказчик: АО "Троица"

*Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица".
Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица"
с установкой промежуточной емкости (1000м³ в
количестве 1 шт.) и РВС-3000 м³ (в количестве 1 шт.)
слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и
автомобильных цистерн (II этап)»*

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 1 "Пояснительная записка"

050-19-ПЗ



Номер регистрации в реестре Ассоциации
"ОПВО", СРО-№27 от 24.12.2009 г.

Заказчик: АО "Троица"

*Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица".
Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица"
с установкой промежуточной емкости (1000м³ в
количестве 1 шт.) и РВС-3000 м³ (в количестве 1 шт.)
слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и
автомобильных цистерн (II этап)»*

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 1 "Пояснительная записка"

050-19-ПЗ

шифр: 050-19-ПЗ
договор: ЗАО-2018/1610

Главный инженер проекта

Анисимов В.О.

*П-086335
28.09.2018*

2020

Взам. инв. N

Подп. и дата

Инв. N подл.

Состав проекта												
№ тома		Обозначение				Наименование				Примеч.		
1		050 - 19 - ПЗ				Раздел 1. Пояснительная записка						
2		050 - 19 - ПЗУ				Раздел 2. Схема планировочной организации земельного участка						
3		050 - 19 - АР				Раздел 3. Архитектурные решения.						
4		050 - 19 - КР				Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения						
						Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений.						
5		050 - 19 - ИОС 5.1				Подраздел 1. Система электроснабжения.						
6		050 - 19 - ИОС 5.2				Подраздел 2. Система водоснабжения.						
7		050 - 19 - ИОС 5.3				Подраздел 3. Система водоотведения.						
8		050 - 19 - ИОС 5.4				Подраздел 4. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети..						
9		050 - 19 - ИОС 5.5				Подраздел 5. Сети связи.						
10		050 - 19 - ИОС 5.6				Подраздел 6. Система газоснабжения.				не разрабатывается		
11		050 - 19 - ИОС 5.7				Подраздел 7. Технологические решения.						
12		050 - 19 - ИОС 5.8				Подраздел 8. Автоматизация комплексная.						
13		050 - 19 - ПОС				Раздел 6. Проект организации строительства.						
14		050 - 19 - ПОД				Раздел 7. Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства"				не разрабатывается		
15		050 - 19- ООС				Раздел 8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды						
16		050 - 19- ПБ				Раздел 9. Перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности						
17		050 - 19 - ОДИ				Раздел 10. Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов				не разрабатывается		
18		050 - 19 - ЭЭ				Раздел 10.1. Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов						
19		050 - 19 - СМ				Раздел 11. Смета на строительство объектов капитального строительства				не разрабатывается		
						Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральным законом.						
20		050 - 19 - ГОЧС				Подраздел 1. Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера				не разрабатывается		

Технические решения, принятые в проектной документации, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных чертежами мероприятий.

Главный инженер проекта

В.О.АНИСИМОВ

Согласовано							050-19-ПЗ					
Инв. № подл.	Подп. И дата	Инв. № подл.					Раздел 1. Пояснительная записка.	Стадия	Лист	Листов		
			Изм.	Кол.чч	Лист	№ док.		Подп.	Дата	П	1	11
			Разработал	Елисеева						АО НПО «Техкранэнерго»		
			Н.контроль	Анисимов								
			ГИП	Анисимов								

1.	ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	4
2.	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОБЪЕКТ.....	4
3.	СВЕДЕНИЯ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ НАЗНАЧЕНИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА, НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ.....	5
4.	СВЕДЕНИЯ О ПОТРЕБНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ТОПЛИВЕ, ГАЗЕ, ВОДЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	6
5.	ДАННЫЕ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	7
6.	СВЕДЕНИЯ О СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ, ПОТРЕБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В ВОДЕ, ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ.....	7
7.	СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЫРЬЯ, ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....	7
8.	СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ, ИЗЫМАЕМЫХ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИЛИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД	7
9.	СВЕДЕНИЯ О КАТЕГОРИИ ЗЕМЕЛЬ, НА КОТОРЫХ РАСПОЛАГАЕТСЯ ОБЪЕКТ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	7
10.	СВЕДЕНИЯ О РАЗМЕРЕ СРЕДСТВ, ТРЕБУЮЩИХСЯ ДЛЯ ВОЗМЕЩЕНИЯ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯМ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ	8
11.	СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ПРОЕКТЕ ИЗОБРЕТЕНИЯХ, РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОВЕДЕННЫХ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	8
12.	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	8
13.	СВЕДЕНИЯ О НАЛИЧИИ РАЗРАБОТАННЫХ И СОГЛАСОВАННЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	10
14.	ДАННЫЕ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗНАЧИМОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ПОСЕЛЕНИЙ, А ТАКЖЕ О ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ И ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННОМ СОСТАВЕ.....	10
15.	СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ЗАТРАТАХ, СВЯЗАННЫХ СО СНОСОМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПЕРЕСЕЛЕНИЕМ ЛЮДЕЙ, ПЕРЕНОСОМ СЕТЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....	11
16.	ЗАВЕРЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	11

Взап. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подп.	Дата

050-19-ПЗ

Лист

2

ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.

Решение о разработке проектной документации на объект «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица". Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000м³ в количестве 1 шт.) и РВС-3000 м³ (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II этап)» принято на основании заявки Заказчика.

ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОБЪЕКТ

Проектная документация на объект «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица". Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000 м3 в количестве 1 шт.) и РВС-3000м3 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II этап)» разработана на основании:

- договора №3АО-2018/1610 от 24.07.2018г.;
- технического задания на разработку проектной документации;
- технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям, предоставленного Заказчиком и выполненного ООО "ВолГеоКом", г. Вологда в 2020 г., шифр 06-11/20-ИГИ;
- технического отчета по инженерно-геодезическим изысканиям, предоставленного Заказчиком и выполненного АО "Архангельск ТИСИЗ" г. Архангельск в 2021 г., шифр 6433-ИГДИ;
- градостроительного плана земельного участка № 29037000-02099;
- расчета по оценке пожарного риска для объекта «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000м3 в количестве 1 шт.) и РВС-3000м3 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II очередь)»;

- СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта: «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чайчий, 18;

- заключения нормативно-технического совета Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Архангельской области (протокол № 6 от 28 декабря 2017 года), выданное на специальные технические условия на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта: «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18;

Взап. инв. №	слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18;							
Подп. и дата	- заключения нормативно-технического совета Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Архангельской области (протокол № 6 от 28 декабря 2017 года), выданное на специальные технические условия на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта: «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м ³ в количестве 4-х шт., 1000 м ³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м ³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18;							
Инв. № подл.							050-19-ПЗ	Лист
								3
	Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подп.	Дата		

- письма №8142-2-3-6 от 03.11.2020 г Главного управления МЧС России по Архангельской области "Об исходных данных";

- письма №02-04/2283 от 03.11.2020 г. Агентства государственной противопожарной службы и гражданской защиты Архангельской области об отказе в выдаче исходных данных в связи с тем, что разработка раздела "Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" при проектировании объекта «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000м3 в количестве 1 шт.) и РВС-3000м3 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II очередь)» не требуется.

3. СВЕДЕНИЯ О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ НАЗНАЧЕНИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

Нефтебаза АО «Троица» является самостоятельным объектом, обеспечивающим перевалку нефтепродуктов. Нефтебаза АО «Троица» расположена по адресу: 164500, г. Северодвинск, Архангельская область, проезд Чаячий, 18.

Нефтебаза АО «Троица» выполняет функцию перевалки нефтепродуктов с железнодорожных цистерн в морские танкеры и автомобильные цистерны. На территории нефтебазы имеется железнодорожный путь для приема железнодорожных вагонов-цистерн, тупик с электрической лебедкой. Объем перевалки не менее 3000 тонн в месяц. Категория нефтебазы:

- по назначению – перевалочная (перевалка с железнодорожного транспорта на водный и автомобильный транспорт) – ВНТП 5-95 раздел 2.

- по транспортным связям – смешанная – ВНТП 5-95 раздел 2

Общая вместимость нефтебазы - 3000 тонн хранения темных нефтепродуктов в резервуарах.

Опасный производственный объект относится к объекту типа - 3.2 , III класс опасности по 116-ФЗ [1].

Режим работы 365 дней в году (прием/отпуск).

Грузооборот 35000-40000 тон в год – 4 класс в соответствии с ВНТП 5-95 таблица 1.

На территории нефтебазы имеется модульная паровая котельная производительностью 6,4 т/час, для технологических нужд.

На территории нефтебазы установлены два промежуточных резервуара (объемом одного резервуара РВС – 1000 м3), насосная станция с электронасосными агрегатами, две промежуточные емкости объемом 54м3 для слива нефтепродукта с ж/д эстакады в резервуары, пароподогреватели ПМР-13-120, маслобензоотделитель.

На нефтебазе АО «Троица» предусмотрено перевалка М100, так же возможна перевалка следующих видов нефтепродуктов: - ТКМ, ТНС30, ТНС40, ТНС180, ТНС380, ТСУ30, ТСУ40, ТСУ80, ТСУ180, ТСУ380 или аналоги – не менее 3000 т/мес.

Мазут топочный М 100 ГОСТ 10585-2013 принадлежит к числу наиболее тяжелых видов топлива, для которых характерна высокая вязкость. Дело в том, что в данной жидкости присутствуют не только углеводороды, но и огромное количество нефтяных смол, золы, серы, а также молекул железа, никеля, марганца и прочих металлов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №							050-19-ПЗ	Лист		
Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата							4

Нефтепродукт, поступающий на нефтебазу или отпускаемый с нефтебазы, должен сопровождаться паспортом качества на партию нефтепродуктов.

В целом, проект «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица"» планируется реализовать в 8 этапов, проект предполагает поэтапное увеличение существующего берегового резервуарного парка нефтебазы до 15000 м³ с расширением фронта слива для перевалки до 1800 т/сутки темных и 3800 т/сутки светлых нефтепродуктов (ГЖ и ЛВЖ). Общий объем парка хранения нефтепродуктов в АО "Троица", включая хранение на судах, после реализации всех этапов проекта составит 21000 м³, что позволит переваливать до 500 тыс. т нефтепродуктов в год.

4.СВЕДЕНИЯ О ПОТРЕБНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ТОПЛИВЕ, ГАЗЕ, ВОДЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Потребность объекта капитального строительства
(в границах проектирования) в электрической энергии

Сведения о потребности объекта капитального строительства в электрической энергии сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Наименование оборудования	Напряжение питания, В	Мощность, кВт	Кол-во, шт.	Всего, кВт	Примечание
Насос трехвинтовой общепромышленный типа А2 3В 125/16-90/16Б-2-У2	220/380	90	1	90	
Насос двухвинтовой УВВ32,7/1,6-94,7/0,6	220/380	55	1	55	
W8,6zk-ABB МЗКР 355SMA		315	1	315	
Мешалка	380	22	1	22	
Мешалка	380	22	2	44	
Греющий кабель	380			12	
Итого		504		538	

Потребность объекта капитального строительства
(в границах проектирования) в воде

В объеме проектирования вода необходима для противопожарных нужд и подается на охлаждение во время пожара на вновь устанавливаемые надземные резервуары под мазут, также вода подается в систему автоматического пожаротушения.

За расчетный расход воды при пожаре на складе нефти и нефтепродуктов принят один из наибольших расходов на пожаротушение и охлаждение резервуаров (исходя из наибольшего расхода при пожаре одного резервуара).

Расход воды на охлаждение наземных вертикальных резервуаров, исходя из интенсивности подачи воды, составляет 218 м³/час. Объем воды для охлаждения резервуаров при пожаре составляет 1308,0 м³.

Свободный напор при охлаждении резервуаров передвижной пожарной техникой – по технической характеристике пожарных стволов 100 м (не менее 40 м).

Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата	050-19-ПЗ	Лист

Подачу воды на охлаждение и тушение пожара осуществлять передвижной пожарной техникой из открытого естественного водоема (моря).

Потребность объекта капитального строительства
(в границах проектирования) в топливе и газе

Потребность объекта капитального строительства (в границах проектирования) в топливе и газе отсутствует.

5. ДАННЫЕ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

На нефтебазе АО «Троица» предусмотрена перевалка М100, так же возможна перевалка следующих видов нефтепродуктов: - ТКМ, ТНС30, ТНС40, ТНС180, ТНС380, ТСУ30, ТСУ40, ТСУ80, ТСУ180, ТСУ380 или аналоги – 3000 т/мес.

6. СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММАХ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЕТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ, СТРОЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

При выполнении расчетов конструктивных элементов зданий, строений и сооружений использовался программный комплекс «Base», а также расчеты выполнялись вручную.

7. СВЕДЕНИЯ О СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ, ПОТРЕБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В ВОДЕ, ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

Источники поступления сырья – нефтеперерабатывающие заводы РФ для дальнейшей бункеровки, заправки судов на рейде и в портах Западной Арктики.

8. СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЫРЬЯ, ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Сырье комплексно не используется. Вторичные энергоресурсы, отходы производства не используются.

9. СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ, ИЗЫМАЕМЫХ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИЛИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД

Не требуется изъятие земельных участков для государственных или муниципальных нужд.

10. СВЕДЕНИЯ О КАТЕГОРИИ ЗЕМЕЛЬ, НА КОТОРЫХ РАСПОЛАГАЕТСЯ ОБЪЕКТ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Проектной документацией предусматривается техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000 м³ в количестве 1 шт.) и РВС-3000 м³ (в количестве 1 шт.) слива-налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II этап).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №							050-19-ПЗ	Листм
			Изм.	Кол.чч	Листм	№	Подп.	Дата		
										6

Участок проектирования находится по адресу: Архангельская область, г.Северодвинск, проезд Чаячий, 18.

Участок проектирования располагается на земельном участке с кадастровым номером 29:28:110272:192 площадью 9674 м².

Земельный участок в границах проектирования представляет собой промышленную застроенную территорию, с наличием технологических установок и оборудования, резервуаров, производственных зданий и сооружений, внутренних железнодорожных путей, подземных и надземных коммуникаций, автомобильных проездов.

Земельный участок в границах проектирования граничит:

- с северной стороны – с овощехранилищем и проездом Чаячий;
- с западной и восточной сторон – с производственными зданиями и сооружениями промплощадки;
- с южной стороны – с производственными зданиями и сооружениями промплощадки и далее Никольским устьем Северной Двины.

Основные виды разрешенного использования земельного участка – производственные, коммунальные и иные объекты II-V классов санитарной вредности (в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"), размещение железнодорожного транспорта.

11. СВЕДЕНИЯ О РАЗМЕРЕ СРЕДСТВ, ТРЕБУЮЩИХСЯ ДЛЯ ВОЗМЕЩЕНИЯ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯМ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Возмещение средств правообладателям земельных участков не предусмотрено.

12. СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ПРОЕКТЕ ИЗОБРЕТЕНИЯХ, РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОВЕДЕННЫХ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изобретения и патентные исследования при разработке проектной документации не используются.

13. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Нефтебаза АО «Троица» выполняет функцию перевалки нефтепродуктов с железнодорожных цистерн в морские танкеры и автомобильные цистерны. На территории нефтебазы имеется железнодорожный путь для приема железнодорожных вагонов-цистерн, тупик с электрической лебедкой. Объем перевалки не менее 3000 тонн в месяц.

- по назначению – перевалочная (перевалка с железнодорожного транспорта на водный и автомобильный транспорт) – ВНТП 5-95 раздел 2.

- по транспортным связям – смешанная – ВНТП 5-95 раздел 2.

Область применения резервуаров: топливно-энергетический комплекс, химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая промышленность.

Опасный производственный объект относится к объекту типа - 3.2, III класс опасности по 116-ФЗ [1].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №							050-19-ПЗ	Лист 7
			Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата		

Сооружения нефтебазы по пожарной опасности относятся к категории ВН (СП 12.13130.2009), зоны класса П-III (ПУЭ).

Для г. Северодвинска основными климатообразующими факторами являются его географическое положение, условия атмосферной циркуляции, соотношение площади и объема вод прилегающей акватории моря.

Южное побережье Двинской губы находится примерно на широте 64° в атлантико-арктической области умеренного континентального климата. Континентальность климата проявляется в больших, по сравнению с севером Белого моря, годовых и суточных амплитудах температуры воздуха, возникновении бризовой циркуляции в летнее время, уменьшении облачности и влажности воздуха в прибрежных районах. Формирование континентального климата напрямую связано со средиземным положением моря, окруженного почти сплошным кольцом суши с берегами, изрезанными множеством мелководных заливов. Близость к Полярному кругу обуславливает значительную сезонную изменчивость, приходящей суммарной (прямой и рассеянной) радиации. Наибольших значений она достигает в июне (610 МДж/м²), наименьших - в декабре (10 МДж/м²).

Сложность инженерно-геологических условий - II.

Интенсивность сейсмических воздействий территории строительства по карте В(5%) - 6 баллов.

Геотехническая категория объекта - 2.

При эксплуатации нефтебазы возможность аварийных ситуаций обуславливается следующими причинами:

- высокой пожаровзрывоопасностью нефтепродуктов;
 - токсическими свойствами паров этих нефтепродуктов;
 - способностью нефтепродуктов накапливать при определенных условиях заряды статического электричества;
 - техническими ошибками производственного персонала;
 - авариями в системе электроснабжения;
 - разгерметизацией технических устройств (аппаратуры, оборудования, фланцевых соединений, запорной арматуры и т.д.)
- Проектная документация «Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица".

При техническом перевооружении нефтебазы не предусмотрено увеличение численности производственного персонала для обслуживания проектируемого участка нефтебазы, помещения с постоянным пребыванием людей не предусматриваются.

Техническое перевооружение нефтебазы АО "Троица" с установкой промежуточной емкости (1000 м³ в количестве 1 шт.) и РВС-3000м³ (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II этап)» предусматривает:

- устройство резервуарного парка, площадь застройки 2127,1,0 м², объем резервуаров 4000,0 м³, в том числе:

а) установка одного промежуточного вертикального стального резервуара типа ЕЗ (РВС-1000 с ограничением налива 897 м³). Общая приведенная вместимость промежуточных резервуаров 2700 м³ (объем промежуточных резервуаров принят равным максимальной суточной реализации мазута (Правила технической эксплуатации нефтебаз п. 6.45);

б) установка одного аварийного вертикального стального резервуара типа Е4 (РВС-3000 с ограничением налива 2691 м³). Резервуары Е1-Е4 размещены в проектируемом

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взаим. инв. №		
<p>промежуточной емкости (1000 м3 в количестве 1 шт.) и РВС-3000м3 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II этап)» предусматривает:</p> <p>- устройство резервуарного парка, площадь застройки 2127,1,0 м², объем резервуаров 4000,0 м³, в том числе:</p> <p>а) установка одного промежуточного вертикального стального резервуара типа Е3 (РВС-1000 с ограничением налива 897 м3). Общая приведенная вместимость промежуточных резервуаров 2700 м3 (объем промежуточных резервуаров принят равным максимальной суточной реализации мазута (Правила технической эксплуатации нефтебаз п. 6.45);</p> <p>б) установка одного аварийного вертикального стального резервуара типа Е4 (РВС-3000 с ограничением налива 2691 м3). Резервуары Е1-Е4 размещены в проектируемом</p>						050-19-ПЗ		Лист
Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата			8

резервуарном парке поз. 1 по плану. Вертикальные резервуары оснащены приборами КИП, молниеприемниками, площадками обслуживания, шахтными лестницами, оборудованием безопасности (проект РВС-1000, РВС-3000 разработан ООО «Промхиммонтаж»);

- строительство новой насосной станции темных нефтепродуктов с установкой трех электронасосных агрегатов, площадь застройки 49,66 м², объем 238,41 м³;

- увеличение существующей железнодорожной эстакады слива-налива под прием двух железнодорожных вагонов-цистерн (поз. 3 в плане). К основным сооружениям сливо-наливного фронта отнесены: эстакада, оборудованная наливными и сливными устройствами, коллекторы, промежуточные резервуары для мазута (ВНТП 5-95 п.5.2.1), площадь застройки 42,5 м², объем 170 м³;

- установку промежуточных емкостей для ж.д эстакады (5 шт.), площадь застройки 224,0 м², объем резервуаров 300,0 м³;

- установку маслобензоотделителя, площадь застройки 15,0 м², объем 45,0 м³;

- установку электрощитовой (2 блока), площадь застройки 19,8 м², объем 79,2 м³;

- установку подогревателя мазута ПМР 64-30 (2 шт.), площадь застройки 19,0 м², объем 46,2 м³;

- пожарные проезды;

- прокладку новых технологических трубопроводов от железнодорожной эстакады до насосной станции (поз. 2), от насосной станции до проектируемого резервуарного парка (поз. 5), от резервуарного парка (поз. 5) до судна. Трубопроводы в промежуточном резервуарном парке проложить надземно, при пересечении автомобильных дорог трубопроводы проложить в непроходных каналах в железобетонном лотке, при пересечении железнодорожных путей проложить подземно в защитной трубе.

Крепление трубопроводов осуществляется по месту. Расстояние между опорами принять: для трубопроводов Ду 100 - 4м, Ду 200 - 6м, Ду 400 - 10м.

- установку электроприводных задвижек на трубопроводах нагнетания и всасывания проектируемых насосов. Электроприводные задвижки установлены вблизи обвалования проектируемого резервуарного парка (Узел запорно - регулирующей арматуры), на трубопроводах слива с железнодорожной эстакады (требования к технологическому оборудованию п. 5.3 «Сливоналивные эстакады для легковоспламеняющихся. Горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов. Требования пожарной безопасности»).

- прокладку новых технологических канализационных трубопроводов для сбора дождевых вод с территории проектируемого промежуточного резервуарного парка, в существующий подземный резервуар.

- аварийные проливы локального характера ликвидируются силами обслуживающего персонала, в соответствии с ПЛАРН

- установку сигнализаторов дозрывных концентраций на территории проектируемого резервуарного парка (поз. 5), в насосной станции (поз. 2 в плане), на территории узла запорно-регулирующей арматуры.

В рамках технического задания проектом предусмотрены следующие технологические операции:

- перевалка нефтепродуктов (мазут) с железнодорожной эстакады в промежуточный резервуарный парк (увеличен объем хранения мазута в парке) и в морской танкер (потребитель);

- перевалка нефтепродуктов (мазут) из танкерного хранилища в железнодорожные вагоны-цистерны;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №	<p>- аварийные проливы локального характера ликвидируются силами обслуживающего персонала, в соответствии с ПЛАРН</p> <p>- установку сигнализаторов дозрывных концентраций на территории проектируемого резервуарного парка (поз. 5), в насосной станции (поз. 2 в плане), на территории узла запорно–регулирующей арматуры.</p> <p>В рамках технического задания проектом предусмотрены следующие технологические операции:</p> <p>- перевалка нефтепродуктов (мазут) с железнодорожной эстакады в промежуточный резервуарный парк (увеличен объем хранения мазута в парке) и в морской танкер (потребитель);</p> <p>- перевалка нефтепродуктов (мазут) из танкерного хранилища в железнодорожные вагоны-цистерны;</p>							
									050-19-ПЗ	Лист
			Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата		9

- перевалка нефтепродуктов из резервуаров в железнодорожные вагоны-цистерны;
- внутрипарковые перекачки нефтепродуктов из одного промежуточного резервуара в другой, в танкерное хранение

Проектируемая насосная станция представляет собой здание для размещения трех электронасосных агрегатов. Насосная станция выполнена из стеновых сэндвич-панелей.

В насосной станции вновь устанавливается три электронасоса Н6, Н7, Н8 во взрывозащищенном исполнении (1 насос типа А2 3В 125/16-90/16Б-2-У2 или аналог – Н6 основной, для перекачки нефтепродукта из ж.д цистерн в РВС, 1 насос типа УВВ 32,7/1,6-94,7/0,6 или аналог) – Н7 резервный, 1 насос – для перекачки нефтепродукта из РВС на причал типа W8,6zk-ABB M3KP 355SMA или аналог – Н8).

Производительность насоса А2 3В 125/16-90/16Б-2-У2 90 м³/ч, давление нагнетания 16 кгс/см², вакуумметрическая высота всасывания 5 м, мощность электродвигателя 110 кВт, частота вращения 1450 об/мин, масса агрегата 870 кг. Производитель ОАО «ЛИВГИДРОМАШ».

Производительность насоса W8,6zk-ABB M3KP 355SMA давление нагнетания 16 кгс/см², мощность электродвигателя 315 кВт, частота вращения 1460 об/мин. Производитель Bornemann.

Производительность двухвинтового насоса УВВ32,7/1,6-94,7/0,6 32,7-94,7 м³/ч, давление нагнетания 16 кгс/см², высота всасывания 8м, мощность электродвигателя 55 кВт, масса 750 кг. Производитель ЗАО «Корвет» Челябинская область.

На коллекторах наполнения и перекачки предусмотрена установка электроприводной отсечной арматуры HV12-HV26 с местным и дистанционным управлением из операторной для оперативного отключения коллекторов в случае аварии в резервуарном парке или в насосной. Предусмотрена сигнализация положения «открыто/закрыто» отсечной электроприводной арматуры в операторной.

На трубопроводах подачи продукта на причал предусмотрена установка блоков предохранительных клапанов, в комплекте с клапанами СППк4Р (или аналог) для исключения возможного повышения давления потоком нефтепродукта.

Проектом предусмотрена возможность перекачивания мазута:

- с железнодорожной эстакады в промежуточные резервуары,
- с железнодорожной эстакады потребителю (танкер)
- с танкерного хранения в железнодорожные цистерны,
- с танкерного хранения в промежуточные емкости, в том числе в пять промежуточных емкости ж/д эстакады;
- внутрипарковая перекачка и т.д.

Проектом допускается принимать и вводить в эксплуатацию объекты отдельными этапами (очередями). Первый этап предусматривает установку одного промежуточного вертикального стального резервуара типа Е3 (РВС-1000) и установку одного аварийного вертикального стального резервуара типа Е4 (РВС-3000) с обвалованием с подключением к существующей инфраструктуре, строительство пожарных проездов. Второй этап предусматривает установку промежуточных емкостей для ж.д эстакады (5 шт.), установку маслобензоотделителя, электрощитовой (2 блока), подогревателя мазута ПМР 64-30 (2 шт.), насосной станции темных нефтепродуктов, узла управления задвижками, увеличение существующей железнодорожной эстакады слива-налива под прием двух железнодорожных вагонов-цистерн.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №							050-19-ПЗ	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		
										10

Технико-экономические показатели земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.

Наименование показателя	Значение	Единица измерения
Площадь участка с кадастровым номером 29:28:110272:192 по ГПЗУ	9674	м ²
Площадь застройки	3600 (в том числе проектируемой – 2485)	м ²
Процент застройки	37,21	%
Площадь твердых покрытий	4966 (в том числе проектируемой – 570)	м ²
- процент	51,34	%
Площадь озеленения	1108	м ²
- процент	11,45	%

Технико-экономические показатели по зданию насосной.

Наименование показателя	Значение	Единица измерения
Площадь застройки	49,66	м ²
Общая площадь помещений	39,37	м ²
Строительный объем	238,41	м ³
Количество этажей	1	этаж

14. СВЕДЕНИЯ О НАЛИЧИИ РАЗРАБОТАННЫХ И СОГЛАСОВАННЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Разработанные и согласованные Специальные технические условия на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта: «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18 приложены к настоящему разделу и к разделу "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности".

15. ДАННЫЕ О ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗНАЧИМОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ПОСЕЛЕНИЙ, А ТАКЖЕ О ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ И ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННОМ СОСТАВЕ

На нефтебазе АО «Троица» предусмотрена перевалка М100, так же возможна перевалка следующих видов нефтепродуктов: - ТКМ, ТНС30, ТНС40, ТНС180, ТНС380, ТСУ30, ТСУ40, ТСУ80, ТСУ180, ТСУ380 или аналог – 3000 т/мес.

При техническом перевооружении нефтебазы не предусмотрено увеличение численности производственного персонала для обслуживания проектируемого участка нефтебазы. Численность существующего персонала приведена в таблице 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взап. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата	050-19-ПЗ	Лист
							11

Таблица 2.

Наименование должности, профессии	Разряд, квалификация	Количество	Группа производственного процесса (СП 44.13330.2011)	Примечание, смены
Прием, хранение и отгрузка нефтепродуктов				
Начальник нефтебазы	ИТР	1	1а	5/2
Мастер	5	1	1в, 2г	5/2
Старший оператор товарный по приему отгрузке нефтепродуктов	5	1	1в, 2г	5/2
Оператор товарный	4	2	1в, 2г	2/2
Итого		5		
Насосная станция				
Машинист	4	6	1в, 2г	5/2
Итого		6		
Механическая мастерская				
Мастер	ИТР	1	1в, 2г	5/2
Электрослесарь	4	3	1в, 2г	2/2
Итого		4		
Всего		15		

Работа на нефтебазе непрерывная, 365 дней в году. Продолжительность рабочей недели - 40 часов. Нефтебаза работает круглосуточно, в две смены - по 12 часов.

Прием и отпуск нефтепродуктов осуществляется в светлое время суток.

16. СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ЗАТРАТАХ, СВЯЗАННЫХ СО СНОСОМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПЕРЕСЕЛЕНИЕМ ЛЮДЕЙ, ПЕРЕНОСОМ СЕТЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Настоящей проектной документацией снос зданий и сооружений, переселение людей, перенос сетей инженерно-технического обеспечения не предусматривается.

17. ЗАВЕРЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Технические решения, принятые в проектной документации разработаны в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №
--------------	--------------	---------------

Изм.	Кол.чч	Лист	№	Подп.	Дата	050-19-ПЗ	Лист
							12

сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №					
Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подп.	Дата	050-19-ПЗ	Лист
							13

Задание на реконструкцию объекта капитального строительства
«Нефтебаза АО «Троица», расположенная по адресу:
Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, дом 18».

№ п/п	Перечень основных данных	Описание
I. Общие данные.		
1	Основание для проектирования объекта. (указывается наименование и пункт государственной, муниципальной программы, решение собственника)	Решение собственника
2	Застройщик (технический заказчик). (указываются наименование, почтовый адрес, основной государственный регистрационный номер и идентификационный номер налогоплательщика)	Акционерное общество «Троица» (АО «Троица»). Адрес: 164500, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, дом 18. ОГРН 1022900843294. ИНН 2902006220.
3	Инвестор (при наличии). (указываются наименование, почтовый адрес, основной государственный регистрационный номер и идентификационный номер налогоплательщика)	Без привлечения инвестора.
4	Проектная организация (указываются наименование, почтовый адрес, основной государственный регистрационный номер и идентификационный номер налогоплательщика)	Закрытое акционерное общество научно-производственное объединение «Техкранэнерго» (ЗАО НПО «Техкранэнерго») Адрес: 600009, г. Владимир, ул. Полины Осипенко, дом 66. ОГРН 1023301463492. ИНН 3328401520
5	Вид работ (строительство, реконструкция, капитальный ремонт (далее - строительство))	Реконструкция
6	Источник финансирования строительства объекта (указывается наименование источников финансирования, в том числе федеральный бюджет, региональный бюджет, местный бюджет, внебюджетные средства)	Внебюджетные средства.
7	Технические условия на подключение (присоединение) объекта к сетям инженерно-технического обеспечения (при наличии)	Предоставляет заказчик.
8	Требования к выделению этапов строительства объекта (указываются сведения о необходимости выделения этапов строительства)	Выделено два этапа.
9	Срок строительства объекта	
10	Требования к основным технико-экономическим показателям объекта (площадь, объем, протяженность, количество этажей, производственная	Объем перевалки не менее 9000 тонн в месяц. Общая вместимость нефтебазы: - 3 000 тонн хранения темных нефтепродуктов в резервуарах;

	мощность, пропускная способность, грузооборот, интенсивность движения и другие показатели)	- 3 300 тонн хранение светлых нефтепродуктов в баржах.
11	Идентификационные признаки объекта устанавливаются в соответствии со статьей 4 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, N 1, ст. 5; 2013, N 27, ст. 3477) и включают в себя:	
11.1	Назначение	Перевалка ГЖ/ЛВЖ с железнодорожных цистерн в морские танкеры и автомобильные цистерны (перевалочная).
11.2	Принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых, влияют на их безопасность	Принадлежит. На территории нефтебазы имеется железнодорожный тупиковый путь для приема железнодорожных вагонов (цистерн). По транспортным связям поступления и отгрузки нефтепродуктов относится к смешанной водно- железнодорожной.
11.3	Возможность возникновения опасных природных процессов, явлений и техногенных воздействий на территории, на которой будет осуществляться строительство объекта	Отсутствует
11.4	Принадлежность к опасным производственным объектам (при принадлежности объекта к опасным производственным объектам также указываются категория и класс опасности объекта)	Опасный производственный объект относится к объекту типа - 3.2, III класс опасности.
11.5	Принадлежность к опасным производственным объектам (указывается категория пожарной (взрывопожарной) опасности объекта)	Сооружения нефтебазы по пожарной Опасности относятся к категории ВН/АН, согласно ПУЭ пожароопасная зона класса П-III, класс взрывоопасной зоны, согласно ПУЭ В-1г.
11.6	Наличие помещений с постоянным пребыванием людей	На территории расположено существующее модульное здание операторной с постоянным пребыванием людей.
	Уровень ответственности (устанавливаются согласно пункту 7 части 1 и части 7 статьи 4 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений") (повышенный, нормальный, пониженный)	Нормальный
12	Требования о необходимости соответствия проектной документации обоснованию безопасности опасного производственного объекта	При разработке проекта выполнить требования разработанных СТУ

	(указываются в случае подготовки проектной документации в отношении опасного производственного объекта)	
13	<p>Требования к качеству, конкурентоспособности, экологичности и энергоэффективности проектных решений</p> <p>(указываются требования о том, что проектная документация и принятые в ней решения должны соответствовать, установленным требованиям, (необходимо указать перечень реквизитов нормативных правовых актов, технических регламентов, нормативных документов), а также соответствовать установленному классу энергоэффективности (не ниже класса "С"))</p>	<p>Проектную документацию выполнить в соответствии с:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Положение о составе разделов проектной документации и требований к их содержанию, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 16.08.2008 № 87; - Федеральный закон Российской Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»; - ПУЭ «Правила устройства электроустановок»; - СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»; - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»; - ВУП СНЭ-87 «Ведомственные указания по проектированию железнодорожных сливо-наливных эстакад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов»; - Рекомендации «Сливоналивные эстакады для легковоспламеняющихся, горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов. Требования пожарной безопасности»; - СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов»; - ВНТП 5-95 «Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз)»; - Приказ от 07.11.2016 г. № 461 об утверждении ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов»; - «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утвержденные приказом Ростехнадзора от 27.12.2012 № 784;

		<ul style="list-style-type: none"> - № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; - № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"; - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий сооружений и иных объектов»; - СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест»; - СП 2.2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий»; - ГОСТ Р 55201-2012 «Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства»; - СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения»; - СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»; - СП 50.13330.201 «Тепловая защита зданий».
14	<p>Необходимость выполнения инженерных изысканий для подготовки проектной документации</p> <p>(указывается необходимость выполнения инженерных изысканий в объеме, необходимом и достаточном для подготовки проектной документации, или указываются реквизиты (прикладываются) материалов инженерных изысканий, необходимых и достаточных для подготовки проектной документации)</p>	<p>Необходима актуализированная редакция отчетов по инженерным изысканиям с учетом увеличения площади участка и существующих зданий и сооружений на текущую дату. Предоставляет заказчик.</p>
15	<p>Предполагаемая (предельная) стоимость строительства объекта</p> <p>(указывается стоимость строительства объекта, определенная с применением укрупненных нормативов цены строительства, а при их отсутствии - с учетом документально подтвержденных сведений о сметной стоимости объектов, аналогичных по назначению, проектной мощности, природным и иным условиям территории, на которой планируется осуществлять строительство)</p>	Не требуется.
16	Сведения об источниках финансирования строительства объекта	Собственные средства.
II. Требования к проектным решениям		

17	Требования к схеме планировочной организации земельного участка (указываются для объектов производственного и непроизводственного назначения)	Выполнить на основании ГПЗУ и топографической съемки. Предусмотреть планировочное зонирование территории с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, грузооборота и видов транспорта, благоустройство территории в соответствии с п. 12 Постановления № 87, СП 18.13330.2011 и СП 42.13330.2016 в объеме п. 20 данного ТЗ.
18	Требования к проекту полосы отвода (указываются для линейных объектов)	Не требуется. Объект капитального строительства.
19	Требования к архитектурно-художественным решениям, включая требования к графическим материалам (указываются для объектов производственного и непроизводственного назначения)	Архитектурные решения зданий насосных выполнить на основании технологического задания с учетом обеспечения установленным требованиям энергетической эффективности. Цветовое решение фасадов не требуется.
20	Требования к технологическим решениям (указываются для объектов производственного и непроизводственного назначения)	<p>Данным проектом предусматривается:</p> <p>Первый этап:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установка двух резервуаров на 1000 и 3 000 куб. м (резервный) под мазут. 2. Строительство закрытой насосной для перекачки ГЖ. 3. Установка подогревателей мазута (ПМР 64-30) согласно утвержденной схеме. 4. Увеличение существующей ж/д эстакады на 2 вагона с устройством нижнего слива, устройством верхнего аварийного слива на один вагон (ГЖ). 5. Установка промежуточных емкостей по 60 куб. м под мазут в количестве 5 штук (согласно схеме). 6. Под прокладку технологических трубопроводов под ж/д эстакадами заложить футляр из стальной трубы диаметром 630 мм под транспортировку мазута. 7. Установка маслобензоотделителя. 8. Размещение электрощитовой. <p>Второй этап:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Строительство закрытой насосной для перекачки ЛВЖ. 2. Размещение автомобильной площадки верхнего налива ГЖ/ЛВЖ с навесом на объем АЦ - 32 куб. м (при технической возможности).

		<p>3. Размещение, согласно утвержденной схеме, новой односторонней железнодорожной эстакады (ЛВЖ) с установкой устройств верхнего налива на 8 вагонов, устройств нижнего слива на 8 вагонов, устройств аварийного слива на 1 вагон и обвязкой технологическими коллекторами и трубопроводами для светлых нефтепродуктов (при возможности размещения).</p> <p>4. Установка аварийной емкости объемом 60 куб. м. согласно утвержденной схеме.</p> <p>5. Установка двух мачт освещения.</p> <p>6. При не возможности размещения трубопроводов для транспортировки светлых нефтепродуктов и мазута в одном канале (по первому этапу), предусмотреть дополнительный канал с футляром под ж/д эстакадами.</p>
21	<p>Требования к конструктивным и объемно-планировочным решениям (указываются для объектов производственного и непроизводственного назначения)</p>	<p>Конструктивные и объемно-планировочные решения выполнить на основании технологического задания.</p>
21.1	<p>Порядок выбора и применения материалов, изделий, конструкций, оборудования и их согласования застройщиком (техническим заказчиком) (указывается порядок направления проектной организацией вариантов применяемых материалов, изделий, конструкций, оборудования и их рассмотрения и согласования застройщиком (техническим заказчиком))</p>	<p>Заказчик передает Проектировщику предполагаемый перечень оборудования с паспортами, сертификатами, инструкциями по установке и решение о предполагаемом размещении в рамках п. 20 данного ТЗ.</p> <p>Проектировщик рассматривает данный материал и передает Заказчику на рассмотрение и согласование технологическую схему и схему планировочной организации земельного участка, выполненную согласно нормативным требованиям.</p> <p>Заказчик, в свою очередь, после рассмотрения этого материала в письменном виде или подтверждает, или вносит свои корректировки.</p>
21.2	<p>Требования к строительным конструкциям (в том числе указываются требования по применению в конструкциях и отделке высококачественных износостойчивых, экологически чистых материалов)</p>	<p>Строительные конструкции, применяемые в данном проекте, должны удовлетворять условиям надежности строительных объектов согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» с учетом расположения во IIА климатическом и в IV снеговом районах.</p>
21.3	<p>Требования к фундаментам (указывается необходимость разработки)</p>	<p>Фундаменты выполнить с учетом актуализированной редакцией отчетов по</p>

	решений фундаментов с учетом результатов инженерных изысканий, а также технико-экономического сравнения вариантов)	инженерным изысканиям. Техничко-экономическое сравнение вариантов не требуется.
21.4	Требования к стенам, подвалам и цокольному этажу (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	В проектируемых зданиях подвальные и цокольные этажи не предусмотрены.
21.5	Требования к наружным стенам (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Наружные стены зданий насосных выполнить из сэндвич-панелей.
21.6	Требования к внутренним стенам и перегородкам (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	В проектируемых зданиях внутренние стены и перегородки не требуются.
21.7	Требования к перекрытиям (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Проектируемые здания одноэтажные, перекрытия не требуются.
21.8	Требования к колоннам, ригелям (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Колонны и ригели предусмотреть из стальных профилей, сечение которых определить расчетом.
21.9	Требования к лестницам (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Лестницы предусмотреть из стальных профилей по серии (при необходимости индивидуальные).
21.10	Требования к полам (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Предусмотреть бетонные полы согласно технологическим требованиям и надежности эксплуатации.
21.11	Требования к кровле (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Кровлю зданий насосных выполнить из сэндвич-панелей. Покрытие ж/д и авто эстакады – профилированный лист.
21.12	Требования к витражам, окнам (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Окна в зданиях насосных предусмотреть согласно технологическим требованиям и требованиям по обеспечению естественного освещения.
21.13	Требования к дверям (указывается необходимость применения материалов, изделий, конструкций, либо определяются конкретные требования к материалам, изделиям, конструкциям)	Двери в зданиях насосной предусмотреть согласно технологическим требованиям и требованиям по пожарной безопасности.
21.14	Требования к внутренней отделке (указываются эстетические и эксплуатационные характеристики отделочных материалов, включая текстуру поверхности, цветовую гамму и оттенки, необходимость применения материалов для внутренней отделки объекта на основании вариантов цветовых решений помещений объекта)	Внутренняя отделка зданий насосных не требуется.
21.15	Требования к наружной отделке	Наружная отделка зданий насосных не

	(указываются эстетические и эксплуатационные характеристики отделочных материалов, включая текстуру поверхности, цветовую гамму и оттенки, необходимость применения материалов для внутренней отделки объекта на основании вариантов цветовых решений помещений объекта)	требуется.
21.16	Требования к обеспечению безопасности объекта при опасных природных процессах, явлений и техногенных воздействий (указываются в случае, если строительство и эксплуатация объекта планируется в сложных природных условиях)	При необходимости предусмотреть по результатам инженерных изысканий.
21.17	Требования к инженерной защите территории объекта (указываются в случае, если строительство и эксплуатация объекта планируется в сложных природных условиях)	При необходимости предусмотреть по результатам инженерных изысканий.
22	Требования к технологическим и конструктивным решениям линейного объекта (указываются для линейных объектов)	Не требуется. Объект капитального строительства.
23	Требования к зданиям, строениям и сооружениям, входящим в инфраструктуру линейного объекта (указываются для линейных объектов)	Не требуется. Объект капитального строительства.
24	Требования к инженерно-техническим решениям	
24.1	Требования к основному технологическому оборудованию (указывается тип и основные характеристики по укрупненной номенклатуре, для объектов непроизводственного назначения должно быть установлено требование о выборе оборудования на основании технико-экономических расчетов, технико-экономического сравнения вариантов)	
24.1.1	Отопление	Проектом не предусматривается.
24.1.2	Вентиляция	Предусмотреть согласно технологическим требованиям и требованиям по пожарной безопасности.
24.1.4	Водопровод	Предусмотреть согласно технологическим требованиям и требованиям по пожарной безопасности.
24.1.5	Канализация (ливневая)	Предусмотреть согласно технологическим требованиям.
24.1.5	Электроснабжение	Предусмотреть согласно технологическим требованиям.
24.1.6	Телефонизация	Проектом не предусматривается.
24.1.7	Радиофикация	Проектом не предусматривается.
24.1.8	Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет»	Проектом не предусматривается.
24.1.9	Телевидение	Проектом не предусматривается.
24.1.10	Газификация	Проектом не предусматривается.
24.1.11	Автоматизация и диспетчеризация	Предусмотреть согласно технологическим требованиям и требованиям по пожарной безопасности..
24.2	Требования к наружным сетям инженерно-технического обеспечения,	

	точкам присоединения (указываются требования к объемам проектирования внешних сетей и реквизиты полученных технических условий, которые прилагаются к заданию на проектирование)	
24.2.1	Водоснабжение	Внутри площадочная сеть в границах проектирования.
24.2.2	Водоотведение	Внутри площадочная сеть в границах проектирования.
24.2.3	Теплоснабжение	Внутри площадочная сеть в границах проектирования.
24.2.4	Электроснабжение	Внутри площадочная сеть в границах проектирования.
24.2.5	Телефонизация	Проектом не предусматривается.
24.2.6	Радиофикация	Проектом не предусматривается.
24.2.7	Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет»	Проектом не предусматривается.
24.2.8	Телевидение	Проектом не предусматривается.
24.2.9	Газоснабжение	Проектом не предусматривается.
24.2.10	Иные сети инженерно-технического обеспечения	Проектом не предусматривается.
25	Требования к мероприятиям по охране окружающей среды	Выполнить в соответствии с требованиями санитарно-эпидемиологических правил и норм.
26	Требования к мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности	Предусмотреть проектные решения, обеспечивающие пожарную безопасность объекта.
27	Требования к мероприятиям по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и по оснащенности объекта приборами учета используемых энергетических ресурсов (не указываются в отношении объектов, на которые требования энергетической эффективности и требования оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов на распространяются)	В соответствующих разделах проектной документации.
28	Требования к мероприятиям по обеспечению доступа инвалидов к объекту (указываются для объектов здравоохранения, образования, культуры, отдыха, спорта и иных объектов социально-культурного и коммунально-бытового назначения, объектов транспорта, торговли, общественного питания, объектов делового, административного, финансового, религиозного назначения, объектов жилищного фонда)	Данный раздел не разрабатывается, так как данный объект имеет производственное назначение.
29	Требования к инженерно-техническому укреплению объекта в целях обеспечения его антитеррористической защищенности (указывается необходимость выполнения мероприятий и (или) соответствующих	Данные требования не разрабатываются, потому, как в проекте предусматривается реконструкция существующей нефтебазы, на которой уже имеется антитеррористическая защита.

	разделов проектной документации в соответствии с требованиями технических регламентов с учетом функционального назначения и параметров объекта, а также требований постановления Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2013 года N 1244 "Об антитеррористической защищенности объектов (территорий)" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 52, ст. 7220, 2016, N 50, ст. 7108; 2017, N 31, ст. 4929, N 33, ст. 5192)	
30	Требования к соблюдению безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в объекте и требования к соблюдению безопасного уровня воздействия объекта на окружающую среду (указывается необходимость выполнения мероприятий и (или) подготовки соответствующих разделов проектной документации в соответствии с требованиями технических регламентов с учетом функционального назначения, а также экологической и санитарно-гигиенической опасности предприятия (объекта))	Данные мероприятия не разрабатываются, так как объект расположен в промышленной зоне.
31	Требования к технической эксплуатации и техническому обслуживанию объекта	Разработать в объеме п. 20 данного ТЗ.
32	Требования к проекту организации строительства объекта	Разработать в объеме п. 20 данного ТЗ
33	Обоснование необходимости сноса или сохранения зданий, сооружений, зеленых насаждений, а также переноса инженерных сетей и коммуникаций, расположенных на земельном участке, на котором планируется размещение объекта	Проектом не предусматривается.
34	Требования к решениям по благоустройству прилегающей территории, к малым архитектурным формам и к планировочной организации земельного участка, на котором планируется размещение объекта (указываются решения по благоустройству, озеленению территории объекта, обустройству площадок и малых архитектурных форм в соответствии с утвержденной документацией по планировке территории, согласованными эскизами организации земельного участка объекта и его благоустройства и озеленения)	Разработать в объеме п. 20 данного ТЗ
35	Требования к разработке проекта восстановления (рекультивации) нарушенных земель или плодородного слоя (указываются при необходимости)	Не требуется.
36	Требования к местам	Не требуется.

	складирования излишков грунта и (или) мусора при строительстве и протяженность маршрута их доставки (указываются при необходимости с учетом требований правовых актов органов местного самоуправления)	
37	Требования к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в процессе проектирования и строительства объекта (указываются в случае необходимости выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании и строительстве объекта)	Не требуется.
III. Иные требования к проектированию		
38	Требования к составу проектной документации, в том числе требования о разработке разделов проектной документации, наличие которых не является обязательным (указываются в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, N 8, ст. 744; 2010, N 16, ст. 1920; N 51, ст. 6937; 2013, N 17, ст. 2174; 2014, N 14, ст. 1627; N 50, ст. 7125; 2015, N 45, ст. 6245; 2017, N 29, ст. 4368) с учетом функционального назначения объекта)	Разработать раздел МП ГО и ЧС.
39	Требования к подготовке сметной документации (указываются требования к подготовке сметной документации, в том числе метод определения сметной стоимости строительства)	Не требуется.
40	Требования к разработке специальных технических условий (указываются в случаях, когда разработка и применение специальных технических условий допускается Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию")	Согласованные СТУ представляет заказчик.
41	Требования о применении при разработке проектной документации документов в области стандартизации, не включенных в перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения, которых на обязательной основе	При разработке данного проекта возможно применение: - Приказа Росстандарта № 474 от 16.04.2014 г. «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. «123-ФЗ «Технический регламент о требованиях

	<p>обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года N 1521 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, N 2, ст. 465; N 40, ст. 5568; 2016, N 50, ст. 7122).</p>	<p>пожарной безопасности»;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Приказа Росстандарта от 10.05.2017 № 932 «О внесении изменений в приказе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2015 г. № 365 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". - СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»; - ВНТП 5-95 «Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз)»; - Приказ от 07.11.2016 г. № 461 об утверждении ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов»; - «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утвержденные приказом Ростехнадзора от 27.12.2012 № 784; - ВУП СНЭ-87 «Ведомственные указания по проектированию железнодорожных сливо-наливных эстакад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов».
42	<p>Требования к выполнению демонстрационных материалов, макетов (указываются в случае принятия застройщиком (техническим заказчиком) решения о выполнении демонстрационных материалов, макетов)</p>	Не требуется.
43	<p>Требования о применении технологий информационного моделирования (указываются в случае принятия застройщиком (техническим заказчиком) решения о применении технологий информационного моделирования)</p>	Не требуется.
44	<p>Требование о применении экономически эффективной проектной документации повторного использования (указывается требование о подготовке проектной документации с использованием экономически эффективной проектной</p>	Не требуется

	документации повторного использования объекта капитального строительства, аналогичного по назначению, проектной мощности, природным и иным условиям территории, на которой планируется осуществлять строительство, а при отсутствии такой проектной документации - с учетом критериев экономической эффективности проектной документации)	
45	Прочие дополнительные требования и указания, конкретизирующие объем проектных работ	
46	К заданию на проектирование прилагаются:	
46.1	Градостроительный план земельного участка, на котором планируется размещение объекта, и (или) проект планировки территории и проект межевания территории.	
46.2	Результаты инженерных изысканий (при их отсутствии заданием на проектирование предусматривается необходимость выполнения инженерных изысканий в объеме, необходимом и достаточном для подготовки проектной документации) в соответствии с п. 14.	
46.3	Технические условия на подключение объекта к сетям инженерно-технического обеспечения (при их отсутствии и если они необходимы, заданием на проектирование предусматривается задание на их получение).	
46.4	Имеющиеся материалы утвержденного проекта планировки участка строительства. Сведения о надземных и подземных инженерных сооружениях и коммуникациях.	
46.5	Решение о предварительном согласовании места размещения объекта (при наличии).	
46.6	Документ, подтверждающий полномочия лица, утверждающего задание на проектирование.	
46.7	Иные документы и материалы, которые необходимо учесть в качестве исходных данных для проектирования (на усмотрение застройщика (технического заказчика)). Согласованный проект на строительство новых ж/д путей.	

Коммерческий директор

(должность уполномоченного лица застройщика (технического заказчика), осуществляющего подготовку задания на проектирование)



Накозин Р.Н.

(подпись) (расшифровка подписи)

"14" __ноября__ 2019 г.

Технические условия

№ 06-194/002

09.06.2020 г.

1. Наименование энергопринимающих устройств заявителя: **ТП-194.**
2. Наименование и место нахождения объектов, в целях электроснабжения которых осуществляется технологическое присоединение энергопринимающих устройств заявителя: **ТП-194 (увеличение максимальной мощности для присоединения АО «Троица» (Нефтебаза), Архангельская область, г.Северодвинск, проезд Чаячий, д.18.**
3. Запрашиваемая мощность присоединяемых энергопринимающих устройств заявителя составляет **ТП-194 526кВт.**
4. Суммарная мощность существующих энергопринимающих устройств обеспечена, согласно договора № 15-000638 от 01.10.2018г. поставщиком услуг ООО «ТГК-2 Энергосбыт» в размере установленной мощности **790кВт.**
5. Категория надежности **Третья.**
6. Планируемый год ввода в эксплуатацию **2022 г.**
7. **АО «Троица» осуществляет:**
Усиление существующей электрической сети не требуется.
8. **Заявитель осуществляет:**
9. Мероприятия по проектированию и строительству схемы приема мощности.
10. Требования к оснащению энергопринимающих устройств устройствами релейной защиты и автоматики.
11. Выполнить требования действующих НТД.
12. Контроль и поддержание качества электроэнергии. Требования по компенсации реактивной мощности.
13. Определить проектом допустимые отклонения напряжения в контрольных точках с учетом потерь напряжения в собственных сетях Заявителя в режимах максимальных и минимальных нагрузок.
14. Учет, контроль качества электрической энергии.
15. Точки учета электрической энергии определить проектом.
16. Предусмотреть возможность дистанционного снятия показаний приборов учета с использованием внешнего GSM-модемом.
17. Проект электроснабжения объекта согласовать с АО «Троица».
18. Срок действия данных технических условий составляет **2 года.**


(подпись)
Генеральный директор АО «Троица» Накозин Р.Н.
(должность, фамилия, имя, отчество)

09.06.2020г.

Градостроительный план земельного участка

№ 4086

RU	2	9	0	3	7	0	0	0	–	0	2	0	9	9
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Градостроительный план земельного участка подготовлен на основании:
заявления ООО «Тринити»

(зарегистрировано в системе исполнения регламентов 27.03.2019

№ 9924559 (портал)

(реквизиты заявления правообладателя земельного участка с указанием ф.и.о. заявителя – физического лица, либо реквизиты заявления и наименование заявителя – юридического лица о выдаче градостроительного плана земельного участка)

Местонахождение земельного участка

Архангельская область

(субъект Российской Федерации)

Северодвинск

(муниципальный район или городской округ)

г. Северодвинск

(поселение)

Описание границ земельного участка

Обозначение (номер) характерной точки	Перечень координат характерных точек в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости	
	X	Y
1	655661.25	2486984.01
2	655637.74	2487021.17
3	655633.37	2487028.07
4	655539.63	2486966.06
5	655547.39	2486954.23
6	655563.71	2486929.73
7	655562.59	2486929
8	655566.94	2486922.56
9	655571.28	2486916.15
10	655578.27	2486905.79
11	655583.66	2486897.94
12	655588.28	2486891.45
13	655591.51	2486886.96
14	655595.41	2486881.91
15	655597.66	2486879
16	655598.95	2486879.92
17	655612.59	2486888.85
18	655617.67	2486882.19
19	655631.25	2486892.07
20	655656.36	2486910.33
21	655624.45	2486957.51
1	655661.25	2486984.01
1	655626.53	2486901.43
2	655621.21	2486908.53
3	655613.98	2486903
4	655619.43	2486896
1	655626.53	2486901.43
1	655613.49	2486887.67
2	655616.31	2486883.97

3	655638.13	2486899.49
4	655623.19	2486921.03
5	655601.28	2486905.16
1	655613.49	2486887.67

Кадастровый номер земельного участка (при наличии) 29:28:110272:192

Площадь земельного участка 9674 кв. м

Информация о расположенных в границах земельного участка объектах капитального строительства

В границах земельного участка расположен объект капитального строительства. Объект отображается на чертеже градостроительного плана под порядковым номером 1. Описание объекта капитального строительства приводится в подразделе 3.1 «Объекты капитального строительства» раздела 3.

Информация о границах зоны планируемого размещения объекта капитального строительства в соответствии с утвержденным проектом планировки территории (при наличии)

Обозначение (номер) характерной точки	Перечень координат характерных точек в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости	
	X	Y
—	—	—

Реквизиты проекта планировки территории и (или) проекта межевания территории в случае, если земельный участок расположен в границах территории, в отношении которой утверждены проект планировки территории и (или) проект межевания территории

Документация по планировке территории не утверждена

(указывается в случае, если земельный участок расположен в границах территории, в отношении которой утверждены проект планировки территории и (или) проект межевания территории)

Градостроительный план подготовлен

**Управлением градостроительства
и земельных отношений Администрации
Северодвинска**

(ф.и.о., должность уполномоченного лица, наименование органа)

Начальник Управления

Кириллов Антон Михайлович

(ф.и.о., должность уполномоченного лица)

М.П.
(при наличии)
Дата выдачи

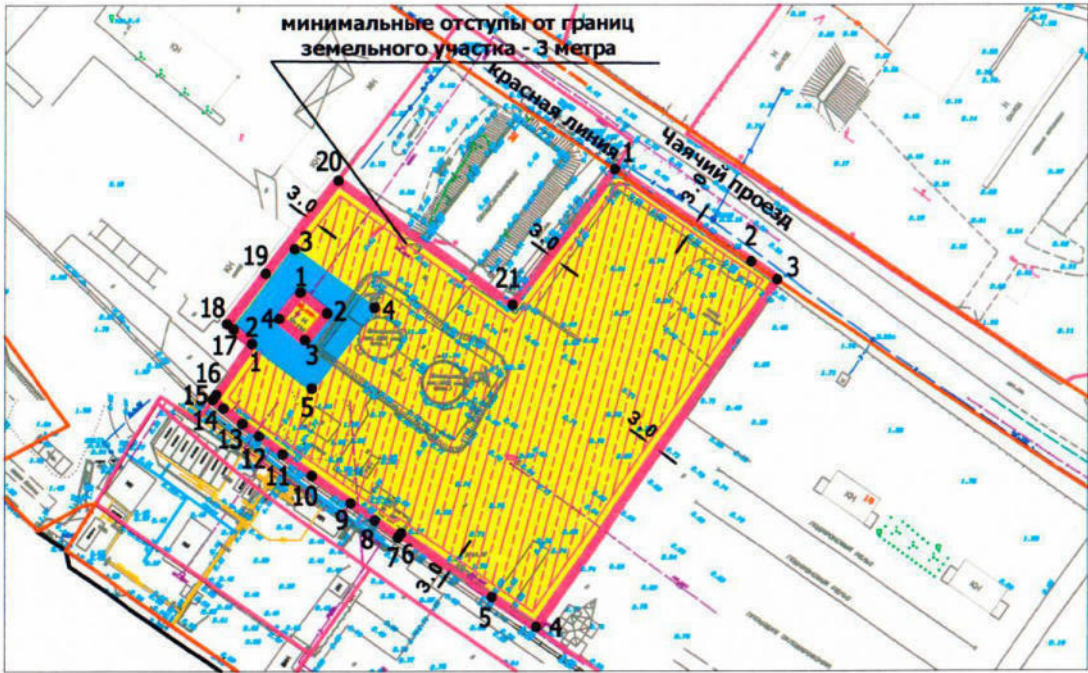
/Кириллов А.М./
(расшифровка подписи)

23.04.2019
(ДД.ММ.ГГГГ)



(подпись)

1. Чертеж градостроительного плана земельного участка



Чертеж градостроительного плана земельного участка разработан на топографической основе в масштабе 1:2000, выполненной в 2012 году отделом геодезии и геоинформационных систем Управления градостроительства и земельных отношений Администрации Северодвинска.

Чертеж градостроительного плана земельного участка разработан 23.04.2019
отделом архитектуры и градостроительства Управления градостроительства
и земельных отношений Администрации Северодвинска.





сети инженерно-технического обеспечения,
расположенные в границах земельного участка

1	опора электроснабжения
2	воздушная линия электроснабжения
3	сети электроснабжения

объекты капитального строительства
расположенные в границах земельного участка

1	сооружение; "газопровод межпоселковый к Северодвинской ТЭЦ-1, ОАО "ПО "Севмаш" и ОАО "ЦС "Звездочка" Архангельской области"
---	---

условные обозначения

-  - граница земельного участка
-  - зона допустимого размещения объекта
-  - охранный зона объекта электросетевого хозяйства
-  - санитарно-защитная зона железной дороги

описание поворотных точек
границы земельного участка

Обозначение (номер) характерной точки	Перевод координат характерных точек в систему координат, используемую для ведения Единого государственного реестра недвижимости	
	X	Y
1	655661.25	2486984.01
2	655637.74	2487021.17
3	655633.37	2487028.07
4	655539.63	2486966.06
5	655547.39	2486954.23
6	655563.71	2486929.73
7	655562.59	2486929
8	655566.94	2486922.56
9	655571.28	2486916.15
10	655578.27	2486905.79
11	655583.66	2486897.94
12	655588.28	2486891.45
13	655591.51	2486886.96
14	655595.41	2486881.91
15	655597.66	2486879
16	655598.95	2486879.92
17	655612.59	2486888.85
18	655617.67	2486882.19
19	655631.25	2486892.07
20	655656.36	2486910.33
21	655624.45	2486957.51
1	655661.25	2486984.01
1	655626.53	2486901.43
2	655621.21	2486908.53
3	655613.98	2486903
4	655619.43	2486896
1	655626.53	2486901.43
1	655613.49	2486887.67
2	655616.31	2486883.97
3	655638.13	2486899.49
4	655623.19	2486921.03
5	655601.28	2486905.16
1	655613.49	2486887.67

Администрация Северодвинска

Начальник ОГиГИС УГиЗО _____ А.С. Шиканов

Проверил главный специалист ОЗО УГиЗО  О.А. Головина

Исполнил специалист
I категории ОАиГ УГиЗО _____ Е.Ю. Лесниченко

2. Информация о градостроительном регламенте либо требованиях к назначению, параметрам и размещению объекта капитального строительства на земельном участке, на который действие градостроительного регламента не распространяется или для которого градостроительный регламент не устанавливается

Земельный участок расположен в территориальной зоне «П-3-8. Западная производственная зона полуострова Чаячий». Установлен градостроительный регламент.

2.1. Реквизиты акта органа государственной власти субъекта Российской Федерации, органа местного самоуправления, содержащего градостроительный регламент либо реквизиты акта федерального органа государственной власти, органа государственной власти субъекта Российской Федерации, органа местного самоуправления, иной организации, определяющего, в соответствии с федеральными законами, порядок использования земельного участка, на который действие градостроительного регламента не распространяется или для которого градостроительный регламент не устанавливается

решением Совета депутатов Северодвинска об утверждении «Правил землепользования и застройки муниципального образования «Северодвинск» (II раздел – территории сельских населенных пунктов и межселенные территории)» от 29.10.2015 № 69

2.2. Информация о видах разрешенного использования земельного участка

Основные виды разрешенного использования:

- производственные, коммунальные и иные объекты II - V классов санитарной вредности (в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»);

- железнодорожный транспорт.

Условно разрешенные виды использования не подлежат установлению.

Вспомогательные виды разрешенного использования не подлежат установлению.

2.3. Предельные (минимальные и (или) максимальные) размеры земельного участка и предельные параметры разрешенного строительства, реконструкции объекта капитального строительства, установленные градостроительным регламентом для территориальной зоны, в которой расположен земельный участок:

Предельные (минимальные и (или) максимальные) размеры земельных участков, в том числе их площадь			Минимальные отступы от границ земельного участка в целях определения мест допустимого размещения зданий, строений, сооружений, за пределами которых запрещено строительство зданий, строений, сооружений	Предельное количество этажей и (или) предельная высота зданий, строений, сооружений	Максимальный процент застройки в границах земельного участка, определяемый как отношение суммарной площади земельного участка, которая может быть застроена, ко всей площади земельного участка	Требования к архитектурным решениям объектов капитального строительства, расположенным в границах территории исторического поселения федерального или регионального значения	Иные показатели
1	2	3	4	5	6	7	8
Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ² или га					
установлены статьей 67 Правил			3 м	предельная высота зданий, строений, сооружений - 30 м	70 %	—	—

Ограничения использования земельных участков и объектов капитального строительства, находящихся в границах данной территориальной зоны и расположенных в границах зон с особыми условиями использования, устанавливаются в соответствии со статьей 66 настоящих Правил.

2.4. Требования к назначению, параметрам и размещению объекта капитального строительства на земельном участке, на который действие градостроительного регламента не распространяется или для которого градостроительный регламент не устанавливается:

Причины отнесения земельного участка к виду земельного участка, на который действие градостроительного регламента не распространяется или для которого градостроительный регламент не устанавливается	Реквизиты акта, регулирующего использование земельного участка	Требования к использованию земельного участка	Требования к параметрам объекта капитального строительства			Требования к размещению объектов капитального строительства	
			Предельное количество этажей и (или) предельная высота зданий, строений, сооружений	Максимальный процент застройки в границах земельного участка, определяемый как отношение суммарной площади земельного участка, которая может быть застроена, ко всей площади земельного участка	Иные требования к параметрам объекта капитального строительства	Минимальные отступы от границ земельного участка в целях определения мест допустимого размещения зданий, строений, сооружений, за пределами которых запрещено строительство зданий, строений, сооружений	Иные требования к размещению объектов капитального строительства
1	2	3	4	5	6	7	8
—	—	—	—	—	—	—	—

3. Информация о расположенных в границах земельного участка объектах капитального строительства и объектах культурного наследия

3.1. Объекты капитального строительства

сооружение (газопровод), "Газопровод межпоселковый к Северодвинской ТЭЦ-1, ОАО "ПО "Севмаш" и ОАО "ЦС "Звездочка" Архангельской области")
 № 1, (согласно чертежу(ам) градостроительного плана) (назначение объекта капитального строительства, этажность, высотность, общая площадь, площадь застройки)
 инвентаризационный или кадастровый номер 29:28:000000:3963

3.2. Объекты, включенные в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

№ —, (согласно чертежу(ам) градостроительного плана) (назначение объекта культурного наследия, общая площадь, площадь застройки)
 (наименование органа государственной власти, принявшего решение о включении выявленного объекта культурного наследия в реестр, реквизиты этого решения)
 регистрационный номер в реестре — от — (дата)

4. Информация о расчетных показателях минимально допустимого уровня обеспеченности территории объектами коммунальной, транспортной, социальной инфраструктур и расчетных показателях максимально допустимого уровня территориальной доступности указанных объектов для населения в случае, если земельный участок расположен в границах территории, в отношении которой предусматривается осуществление деятельности по комплексному и устойчивому развитию территории:

Информация о расчетных показателях минимально допустимого уровня обеспеченности территории								
Объекты коммунальной инфраструктуры			Объекты транспортной инфраструктуры			Объекты социальной инфраструктуры		
Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель	Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель	Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—
Информация о расчетных показателях максимально допустимого уровня территориальной доступности								
Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель	Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель	Наименование вида объекта	Единица измерения	Расчетный показатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—

5. Информация об ограничениях использования земельного участка, в том числе, если земельный участок полностью или частично расположен в границах зон с особыми условиями использования территорий

земельный участок расположен в границах зон с особыми условиями использования территории, см. чертеж градостроительного плана земельного участка раздел 1.

6. Информация о границах зон с особыми условиями использования территорий, если земельный участок полностью или частично расположен в границах таких зон:

Наименование зоны с особыми условиями использования территории с указанием объекта, в отношении которого установлена такая зона	Перечень координат характерных точек в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости		
	Обозначение (номер) характерной точки	X	Y
1	2	3	4
санитарно-защитная зона железной дороги	—	—	—
охранная зона объекта электросетевого хозяйства			
	1	655613.49	2486887.67
	2	655616.31	2486883.97
	3	655638.13	2486899.49
	4	655623.19	2486921.03
	5	655601.28	2486905.16
	1	655613.49	2486887.67

7. Информация о границах зон действия публичных сервитутов

Информация отсутствует.

Обозначение (номер) характерной точки	Перечень координат характерных точек в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости	
	X	Y
—	—	—

8. Номер и (или) наименование элемента планировочной структуры, в границах которого расположен земельный участок

градостроительный квартал 272

9. Информация о технических условиях подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, определенных с учетом программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры поселения, городского округа
Не требуется

10. Реквизиты нормативных правовых актов субъекта Российской Федерации, муниципальных правовых актов, устанавливающих требования к благоустройству территории

решение Совета депутатов Северодвинска от 14.12.2017 № 40 «Об утверждении Правил благоустройства территории муниципального образования «Северодвинск»;

решение Совета депутатов Северодвинска от 26.10.2017 № 9 «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования муниципального образования «Северодвинск».

11. Информация о красных линиях:

Обозначение (номер) характерной точки	Перечень координат характерных точек в системе координат, используемой для ведения Единого государственного реестра недвижимости	
	X	Y
1	655661.25	2486984.01
2	655637.74	2487021.17
3	655633.37	2487028.07



ПРАВИТЕЛЬСТВО
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

АГЕНТСТВО ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
И ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

ул. Свободы, 27, г. Архангельск, 163000
тел. (8182) 65-24-61, факс 65-20-53
E-mail: ugpsoffice@dvinaland.ru

Акционерное общество «Троица»

проезд, Чаячий, дом, 18, Архангельская
область, Северодвинск, 164500

E-mail: office@fttrinity.com

05.11.2020 № 02-04/ 2283
на № 20-674 от 02.11.2020

Об отказе в выдаче исходных данных

Согласно статье 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ, объект капитального строительства в составе проектной документации на строительство (реконструкцию) объекта «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой промежуточной емкости (1000 м³ в количестве 1 шт.) и РВС-3000 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II очередь)», расположенный по адресу: Российская Федерация, Архангельская область, Северодвинск, проезд, Чаячий, дом, 18, 164500, не относится к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам.

На основании вышеуказанного и руководствуясь требованиями раздела 1 ГОСТ Р 55201-2012 (область применения), в проектной документации на строительство (реконструкцию) объекта, разработка раздела «Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», не требуется.

Руководитель агентства

А.В. Уваров



МЧС РОССИИ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ
ПО АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
(Главное управление МЧС России
по Архангельской области)

ул. Свободы, 27, г. Архангельск, 163000
Тел./факс: 65-14-94, телефон доверия: 29-99-99
E-Mail: mchs29@yandex.ru

03.11.2020

№ 8142-2-3-6

На № 20-653 от 22.10.2020

Об исходных данных

АО «Троица»

Проезд Чаячий, дом 18
г. Северодвинск, 164500

E-mail: office@fttrinity.com

Главное управление МЧС России по Архангельской области сообщает, что в соответствии с требованиями национального стандарта РФ ГОСТ Р 55201 – 2012, утверждённого и введённого в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ от 26.11.2012 года, подготовку и выдачу исходных данных для разработки мероприятий гражданской обороны и предупреждения чрезвычайных ситуаций с целью их последующего учёта в составе подраздела «ПМ ГОЧС» проектной документации объекта капитального строительства (далее – исходные данные) осуществляет уполномоченный орган государственной власти соответствующего субъекта, а в случаях предусмотренных законодательством РФ – территориальный орган МЧС России по соответствующему субъекту РФ.

В соответствии с действующим законодательством, а также в связи с подписанием соглашения между МЧС России и Правительством Архангельской области о передаче друг другу осуществления части своих полномочий в решении вопросов защиты населения и территории от ЧС природного и техногенного характера, утверждённого Распоряжением Правительства РФ от 10.10.2019 № 2373-р, выдачу исходных данных осуществляет Агентство государственной противопожарной службы и гражданской защиты Архангельской области.

Заместитель начальника Главного управления
(по гражданской обороне и защите населения)

И.В. Раченков

Лобанов Виталий Николаевич
8(8182) 65-72-80
(3915) 1138 цифр. АТС

АКТ

гидравлического испытания от 14.04.2021 г.

о проведении гидравлического испытания питательного трубопровода пожаротушения (2 этап технического перевооружения нефтебазы АО «Троица»).

Основание: Выполнение требований ФНП

Составлен комиссией:

Председатель: ген. директор АО «Троица» Р.Н. Накозин

Члены комиссии: зам.управляющего нефтебазой АО «Троица», Д.А. Воеводкин
гл.энергетик АО «Троица» А.А. Макаров, зам.директора ООО «Тринити» И.С. Самохин

14.04.2021 г. комиссией проведено гидравлическое испытание питательного трубопровода пожаротушения (2 этап технического перевооружения нефтебазы АО «Троица»).

Испытание выполнено в соответствии с требованиями ФНП:

Пробное давление 12,5 кгс/см². Время выдержки под пробным давлением 10 мин. Температура жидкости 30°С. Контрольный манометр установлен на конечном участке трубопровода перед крайней арматурой (манометр зав.№ 00140677, дата следующей поверки декабрь 2021 г., ЗАО «РОСМА г. Санкт-Петербург»).

После выдержки под пробным давлением и понижения до рабочего 9 кгс/см², был выполнен осмотр питательного трубопровода на пожаротушение (2 этап технического перевооружения нефтебазы).

Комиссией установлено: трещин, разрывов, течей, отпотевания в сварных соединениях, основном металле, во фланцевых соединениях и арматуре не обнаружено.

Питательный трубопровод на пожаротушение (2 этап технического перевооружения нефтебазы) гидравлическое испытание выдержал, на конечном участке подтвердил давление напора с параметрами $P=10$ кгс/см².

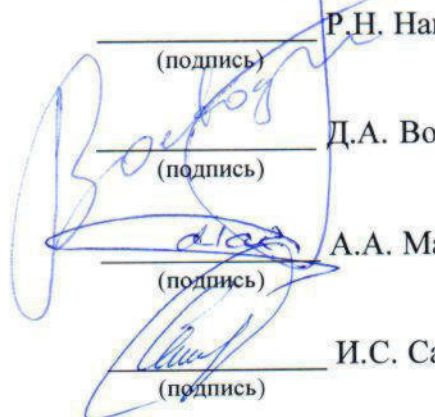
Испытание провели:

Ген. директор АО «Троица»

Зам. управляющего нефтебазой АО «Троица»

Гл. энергетик АО «Троица»

Зам. директора ООО «Тринити»



Р.Н. Накозин
(подпись)
Д.А. Воеводкин
(подпись)
А.А. Макаров
(подпись)
И.С. Самохин
(подпись)

Расчет по оценке пожарного риска для объекта:

"Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой промежуточной емкости (1000 м³ в количестве 1 шт.) и РВС-3000 (в количестве 1 шт.) слива/налива нефтепродуктов железнодорожных и автомобильных цистерн (II очередь)"

Разработчик:

Директор ООО «01 ГРУПП»



В.А. Фомичев

г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

2020

Содержание

1.	Введение	5
2.	Анализ пожарной опасности объекта.....	6
2.1.	Анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов.....	6
2.2.	Характеристики технологического оборудования	8
2.2.1.	PBC_01	8
2.2.2.	PBC_02	9
2.2.3.	PBC_03	9
2.2.4.	PBC_04	9
2.3.	Характеристики климатической зоны	9
2.4.	Характеристики территории	10
2.4.1.	Территория объекта	10
2.4.2.	Селитебная зона вблизи объекта.....	10
2.5.	Характеристики горючих веществ и материалов	10
2.5.1.	Мазут	10
2.6.	Определение инициирующих пожароопасные ситуации событий и построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей.....	11
3.	Определение перечня пожароопасных ситуаций и сценариев их развития	12
3.1.	PBC_01	12
3.2.	PBC_02	15
3.3.	PBC_03	18
3.4.	PBC_04	21
4.	Количественная оценка массы горючих веществ, поступающих в окружающее пространство в результате возникновения пожароопасных ситуаций.....	24
4.1.	PBC_01	24
4.1.1.	Разгерметизация 25 мм	24
4.1.2.	Разгерметизация 100 мм	25
4.1.3.	Разрушение	27
4.1.4.	Пожар на дыхательной арматуре	29
4.1.5.	Пожар по всей поверхности	29
4.2.	PBC_02	30
4.2.1.	Разгерметизация 25 мм	30
4.2.2.	Разгерметизация 100 мм	32
4.2.3.	Разрушение	34
4.2.4.	Пожар на дыхательной арматуре	36
4.2.5.	Пожар по всей поверхности	36
4.3.	PBC_03	37
4.3.1.	Разгерметизация 25 мм	37
4.3.2.	Разгерметизация 100 мм	39

4.3.3.	Разрушение	41
4.3.4.	Пожар на дыхательной арматуре	43
4.3.5.	Пожар по всей поверхности	43
4.4.	PBC_04	44
4.4.1.	Разгерметизация 25 мм	44
4.4.2.	Разгерметизация 100 мм	46
4.4.3.	Разрушение	48
4.4.4.	Пожар на дыхательной арматуре	50
4.4.5.	Пожар по всей поверхности	50
5.	Построение полей опасных факторов пожара.....	52
5.1.	PBC_01	52
5.1.1.	Разгерметизация 25 мм	52
5.1.2.	Разгерметизация 100 мм	56
5.1.3.	Разрушение	61
5.1.4.	Пожар на дыхательной арматуре	66
5.1.5.	Пожар по всей поверхности	71
5.2.	PBC_02	76
5.2.1.	Разгерметизация 25 мм	76
5.2.2.	Разгерметизация 100 мм	81
5.2.3.	Разрушение	86
5.2.4.	Пожар на дыхательной арматуре	91
5.2.5.	Пожар по всей поверхности	96
5.3.	PBC_03	101
5.3.1.	Разгерметизация 25 мм	101
5.3.2.	Разгерметизация 100 мм	106
5.3.3.	Разрушение	111
5.3.4.	Пожар на дыхательной арматуре	116
5.3.5.	Пожар по всей поверхности	121
5.4.	PBC_04	126
5.4.1.	Разгерметизация 25 мм	126
5.4.2.	Разгерметизация 100 мм	131
5.4.3.	Разрушение	136
5.4.4.	Пожар на дыхательной арматуре	141
5.4.5.	Пожар по всей поверхности	146
6.	Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей.....	152
6.1.	PBC_01	152
6.1.1.	Разгерметизация 25 мм	152
6.1.2.	Разгерметизация 100 мм	154
6.1.3.	Разрушение	157

6.1.4.	Пожар на дыхательной арматуре	160
6.1.5.	Пожар по всей поверхности	163
6.2.	PBC_02	166
6.2.1.	Разгерметизация 25 мм	166
6.2.2.	Разгерметизация 100 мм	169
6.2.3.	Разрушение	172
6.2.4.	Пожар на дыхательной арматуре	175
6.2.5.	Пожар по всей поверхности	178
6.3.	PBC_03	181
6.3.1.	Разгерметизация 25 мм	181
6.3.2.	Разгерметизация 100 мм	184
6.3.3.	Разрушение	187
6.3.4.	Пожар на дыхательной арматуре	190
6.3.5.	Пожар по всей поверхности	193
6.4.	PBC_04	196
6.4.1.	Разгерметизация 25 мм	196
6.4.2.	Разгерметизация 100 мм	199
6.4.3.	Разрушение	202
6.4.4.	Пожар на дыхательной арматуре	205
6.4.5.	Пожар по всей поверхности	208
7.	Вычисление расчетных величин пожарного риска	212
7.1.	Потенциальный риск на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта	212
7.1.1.	Потенциальный риск от оборудования объекта	212
7.2.	Индивидуальный пожарный риск	217
7.2.1.	Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта.....	218
7.2.2.	Индивидуальный пожарный риск в селитебной зоне вблизи объекта.....	218
7.3.	Социальный пожарный риск	219
8.	Вывод.....	220
9.	Перечень исходных данных и используемых источников информации.....	221
10.	Приложения.....	222

1. Введение

Согласно статье 6 федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», пожарную безопасность объекта защиты можно считать обеспеченной, если в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений.

Таким образом, для проверки обеспечения пожарной безопасности необходимо провести расчет и оценку пожарного риска. Если величина пожарного риска не превысит нормативное значение, то пожарная безопасность объекта считается обеспеченной. Если риск окажется сверхнормативным, необходимо будет разрабатывать дополнительные противопожарные мероприятия по снижению его величины.

Цель работы – определение величин пожарного риска для объекта защиты, сравнение их с нормативными значениями и, при необходимости, разработка дополнительных противопожарных мероприятий.

Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи**:

- 1) проведен анализ пожарной опасности объекта, выявлены наиболее неблагоприятные сценарии возникновения и развития пожароопасных ситуаций;
- 2) выбраны методы прогноза неблагоприятных последствий при авариях;
- 3) проведен прогноз неблагоприятных последствий и оценка опасности для людей;
- 4) рассчитаны значения пожарного риска.

Методы исследования. Расчет величины пожарного риска проводился в соответствии с порядком, определенным постановлением Правительства РФ «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [2], по алгоритмам, изложенным в методике [3].

2. Анализ пожарной опасности объекта

2.1. Анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов

Нефтебаза АО «Троица» является самостоятельным объектом, обеспечивающим перевалку нефтепродуктов (мазут). Нефтебаза АО «Троица» расположена по адресу: 164500, г. Северодвинск, Архангельская область, проезд Чаячий, 18. Нефтебаза АО «Троица» выполняет функцию перевалки мазута с железнодорожных цистерн в морские танкеры и автомобильные цистерны. На территории нефтебазы имеется железнодорожный путь для приема железнодорожных вагонов-цистерн, тупик с электрической лебедкой. Объем перевалки не менее 3000 тонн в месяц.

- по назначению – перевалочная (перевалка с железнодорожного транспорта на водный и автомобильный транспорт) – ВНТП 5-95 раздел 2.

- по транспортным связям – смешанная – ВНТП 5-95 раздел 2.

Общая вместимость:

- 3000 тонн хранение темных нефтепродуктов в резервуарах.

Опасный производственный объект относится к объекту типа - 3.2, III класс опасности по 116-ФЗ [1]. Режим работы 365 дней в году (прием/отпуск). Грузооборот 35000-40000 тон в год – 4 класс в соответствии с ВНТП 5-95 таблица 1. На территории нефтебазы имеется модульная паровая котельная производительностью 6,4 т/час, для технологических нужд. На территории нефтебазы установлены два промежуточных резервуара (объемом одного резервуара РВС – 1000 м³), насосная станция с электронасосными агрегатами, сливноналивная площадка для автоцистерн объемом 33 куб. м, две промежуточные емкости объемом 54м³ для слива мазута с ж/д эстакады в резервуары, пароподогреватели ПМР-12-120, ПМР-64-30, подземные емкости для сбора сточных вод (с нефтепродуктами), две промежуточные емкости для ж.д. эстакады.

В рамках реконструкции нефтебазы, предусмотрена установка:

- промежуточного резервуара РВС-1000,

- аварийного резервуара РВС-3000,

- насосной станции с тремя электронасосными агрегатами

- двух пароподогревателей ПМР 64-30 (перенос демонтированных пароподогревателей)

Сооружения нефтебазы по пожарной опасности относятся к категории ВН (СП 12.13130.2009), зоны класса П-III (ПУЭ). Осуществление противопожарных мероприятий и тушение пожаров в аварийных ситуациях осуществляется силами пожарной части ПЧ-7 г. Северодвинск, ул. Лесная, 48А находящейся на расстоянии 4,32 км от нефтебазы. Прибытие пожарного подразделения в порт составит не более 10 минут. Нефтебаза имеет сооружения для обеспечения противопожарной защиты:

- пенообразователь объемом - 7,5 м³;

- противопожарный водопровод с двумя пожарными гидрантами.

Оснащение нефтебазы первичными средствами пожаротушения соответствует требованиям приложения 3 ППБ 01-03 (применительно). Для защиты окружающей среды от проливов, возможных на территории нефтебазы имеются существующие приемные подземные резервуары для сбора случайных (аварийных) проливов и дождевых стоков.

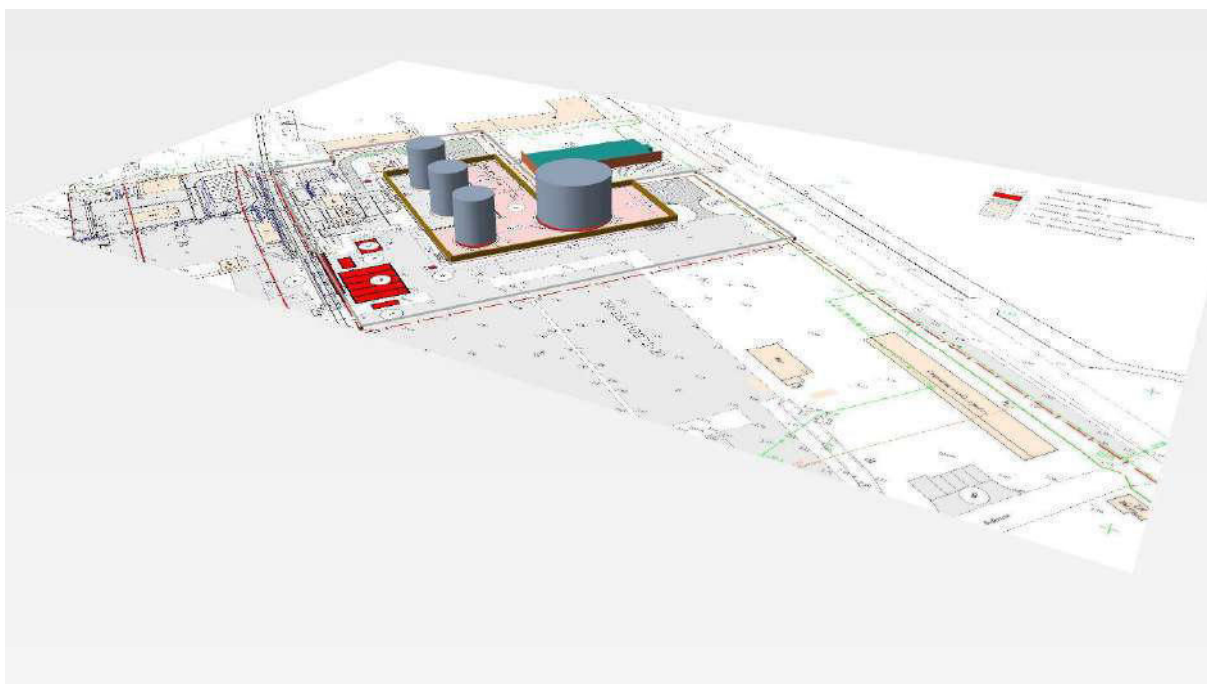
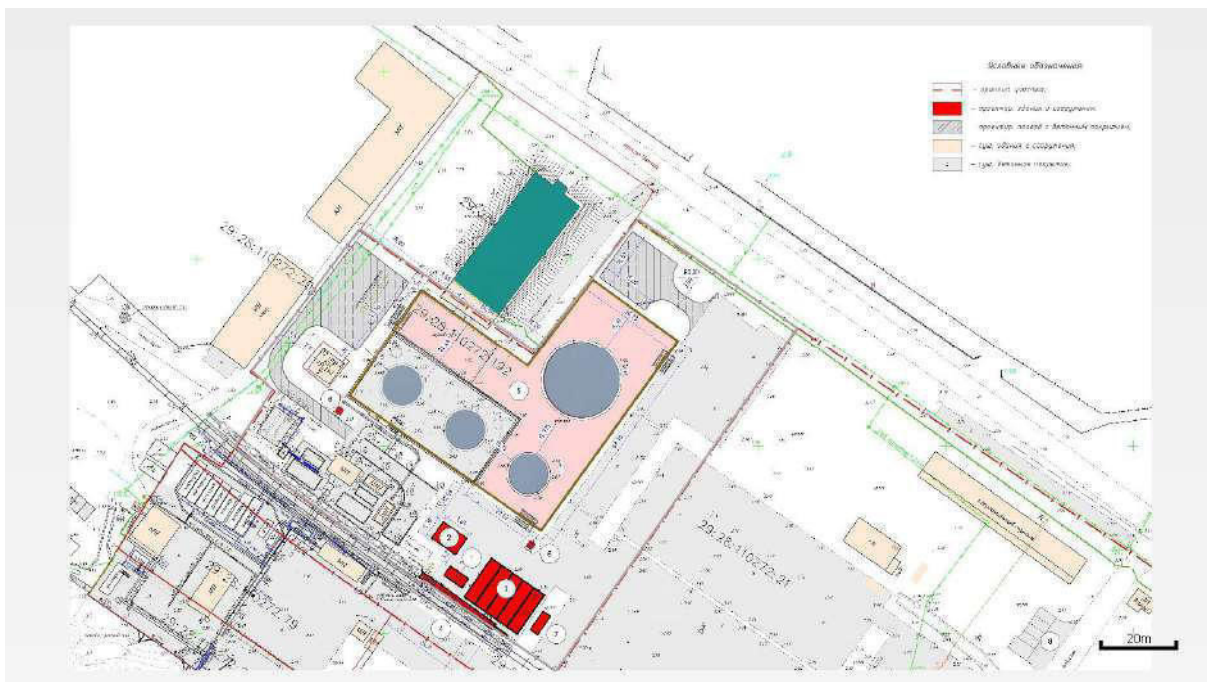
При разработке документации использованы следующие документы:

- план размещения существующего оборудования
- существующая технологическая схема.

Расчетом пожарного риска обосновывается фактическое расстояние между резервуаром РВС-3000 с мазутом и существующим зданием овощехранилища (18.2 метра). В качестве противопожарной преграды между резервуаром и зданием овощехранилища предусматривается установка противопожарной стены высотой не менее 3-х метров с двух сторон здания с превышением габаритов здания с каждой стороны не менее чем на 0,6 метра.

Здание овощехранилища выполнено II степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0. С двух продольных сторон, в том числе со стороны РВС-3000, стены здания овощехранилища покрыты пологим слоем грунта толщиной не менее 0,5м. Покрытие здания выполнено с применением железобетонной плиты (с гидроизоляцией).

Расчетом определяются значения (поля) теплового потока при различных аварийных ситуациях и определяется значение индивидуального и социального пожарного риска для здания овощехранилища (селитебная зона).



Общий вид модели объекта

2.2. Характеристики технологического оборудования

2.2.1. PBC_01

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Мазут
Типовые аварийные события	да
Объем	3000 м ³
Высота столба жидкости	10,5 м
Температура жидкости	34 °С
Диаметр	20 м
Высота	12 м

2.2.2. PBC_02

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Мазут
Типовые аварийные события	да
Объем	1000 м ³
Высота столба жидкости	10,5 м
Температура жидкости	34 °С
Диаметр	10,5 м
Высота	12 м

2.2.3. PBC_03

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Мазут
Типовые аварийные события	да
Объем	1000 м ³
Высота столба жидкости	10,5 м
Температура жидкости	34 °С
Диаметр	10,5 м
Высота	12 м

2.2.4. PBC_04

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Мазут
Типовые аварийные события	да
Объем	1000 м ³
Высота столба жидкости	10,5 м
Температура жидкости	34 °С
Диаметр	10,5 м
Высота	12 м

2.3. Характеристики климатической зоны

Характеристики климатической зоны приняты по [6] (Архангельская область, Архангельск).

Максимальная температура воздуха в климатической зоне: 34 °С.

Повторяемость ветра:

направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
вероятность, %	19	16	15	11	8	9	7	15
скорость ветра, м/с	4,6	4	4	3,8	3,5	4,3	4,7	4,8

Вероятность штиля: 3 %.

2.4. Характеристики территории

2.4.1. Территория объекта

Граница объекта

Параметр	Значение
Класс загроможденности пространства	III - средне загроможденное пространство
Тип поверхности	Спланированное грунтовое покрытие
Площадь	9661,8 м ²

Обвалование резервуаров

Параметр	Значение
Класс загроможденности пространства	III - средне загроможденное пространство
Тип поверхности	Спланированное грунтовое покрытие
Площадь	2971,7 м ²
Высота обвалования	1,5 м

Противопожарная стена

Параметр	Значение
Высота	3 м

2.4.2. Селитебная зона вблизи объекта

Овощехранилище

Параметр	Значение
Площадь	548,5 м ²
Высота	2 м

2.5. Характеристики горючих веществ и материалов

2.5.1. Мазут

Параметр	Значение
Молярная масса	312,9 кг/кмоль
Плотность жидкости	920 кг/м ³
Температура вспышки	115 °C
Температура кипения	330 °C
Массовая скорость выгорания	0,043 кг/(с·м ²)
Константа Антуана А	6,12439
Константа Антуана В	2240,001
Константа Антуана Са	167,85

2.6. Определение инициирующих пожароопасные ситуации событий и построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей

Для построения множества сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций на рассматриваемом объекте в соответствии с [3] был использован метод логических деревьев событий. Построение логических деревьев событий, лежащих в основе оценки пожарного риска для рассматриваемого объекта, осуществлялось исходя из следующих предпосылок.

1. В качестве инициирующих пожароопасные ситуации и пожары на объекте рассматриваются следующие события:

- разгерметизация резервуаров с образованием пролива в обваловании,
- полное разрушение резервуаров с образованием пролива в обваловании и переливом части жидкости за пределы обвалования,
- разгерметизация или полное разрушение трубопроводов топлива в пределах обвалования с образованием пролива в обваловании,
- разгерметизация или полное разрушение трубопроводов топлива за пределами обвалования с образованием пролива на свободной поверхности,
- разгерметизация гибких соединений при проведении сливо-наливных операций на сливной площадке для автоцистерны с образованием пролива на свободной поверхности,
- разрыв линии подачи топлива из ТРК в автомобиле.

2. Принимается, что случаи разгерметизации резервуара, характеризующиеся его полным разрушением, относятся к квазимгновенному разрушению резервуара (распад резервуара на приблизительно равные по размеру части в течение секунд или долей секунд). Для этих случаев принимается, что происходит перелив части хранимого в резервуаре продукта через обвалование.

3. Реализация инициирующих пожароопасные ситуации событий, связанных с разгерметизацией резервуаров и трубопроводов, приводит к образованию пролива в пределах обвалования, а в случае полного разрушения резервуара также и к проливу вне обвалования.

4. Условные вероятности и последовательность событий при возникновении и развитии пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования, приняты согласно приложению 3 пособия [4].

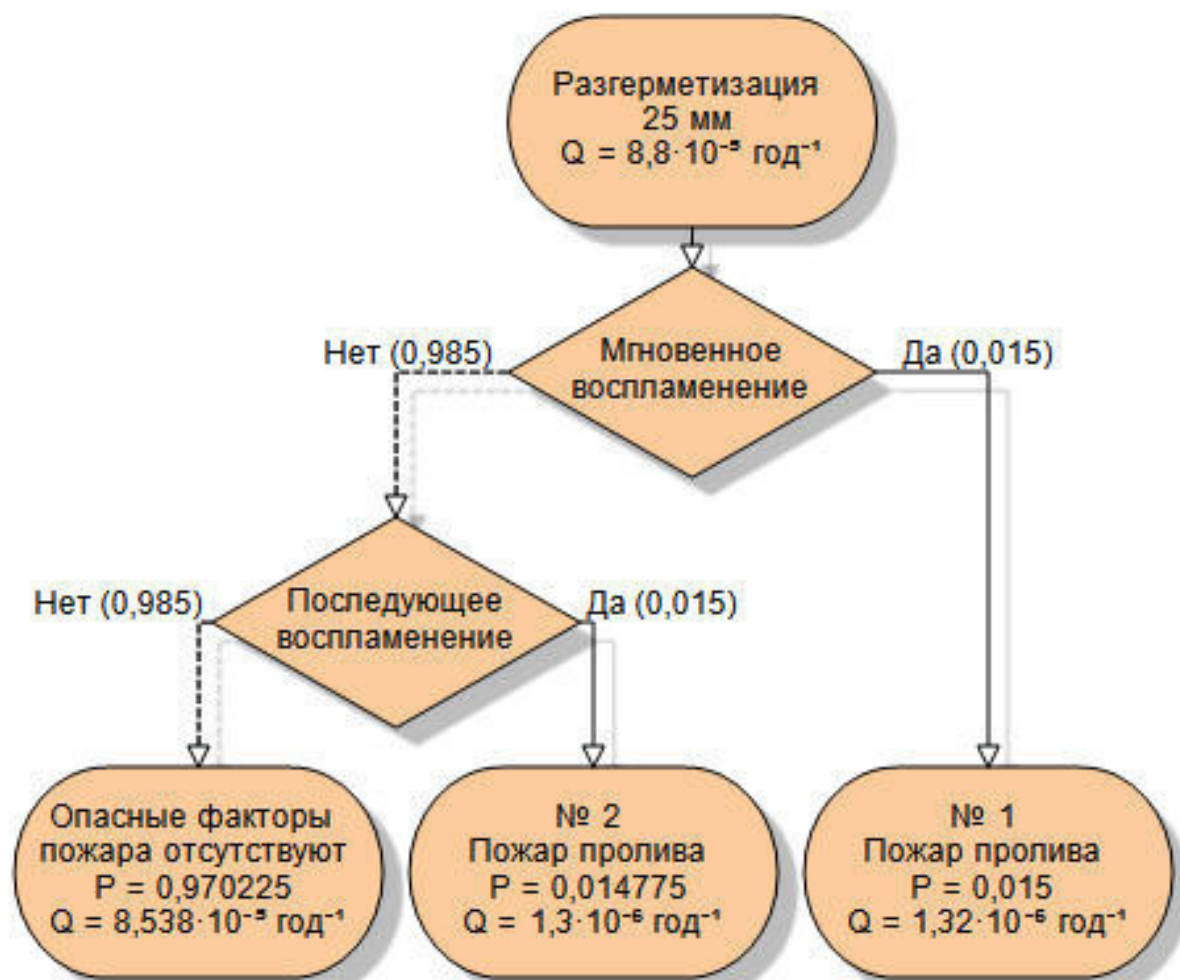
5. Воздействие на резервуары пожара-вспышки и взрыва паровоздушного облака с возможностью дальнейшей эскалации пожара не рассматриваются, поскольку зоны поражения от первичных пожаров (взрыв или пожар-вспышка) шире зон поражения от возможных вторичных пожаров.

3. Определение перечня пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

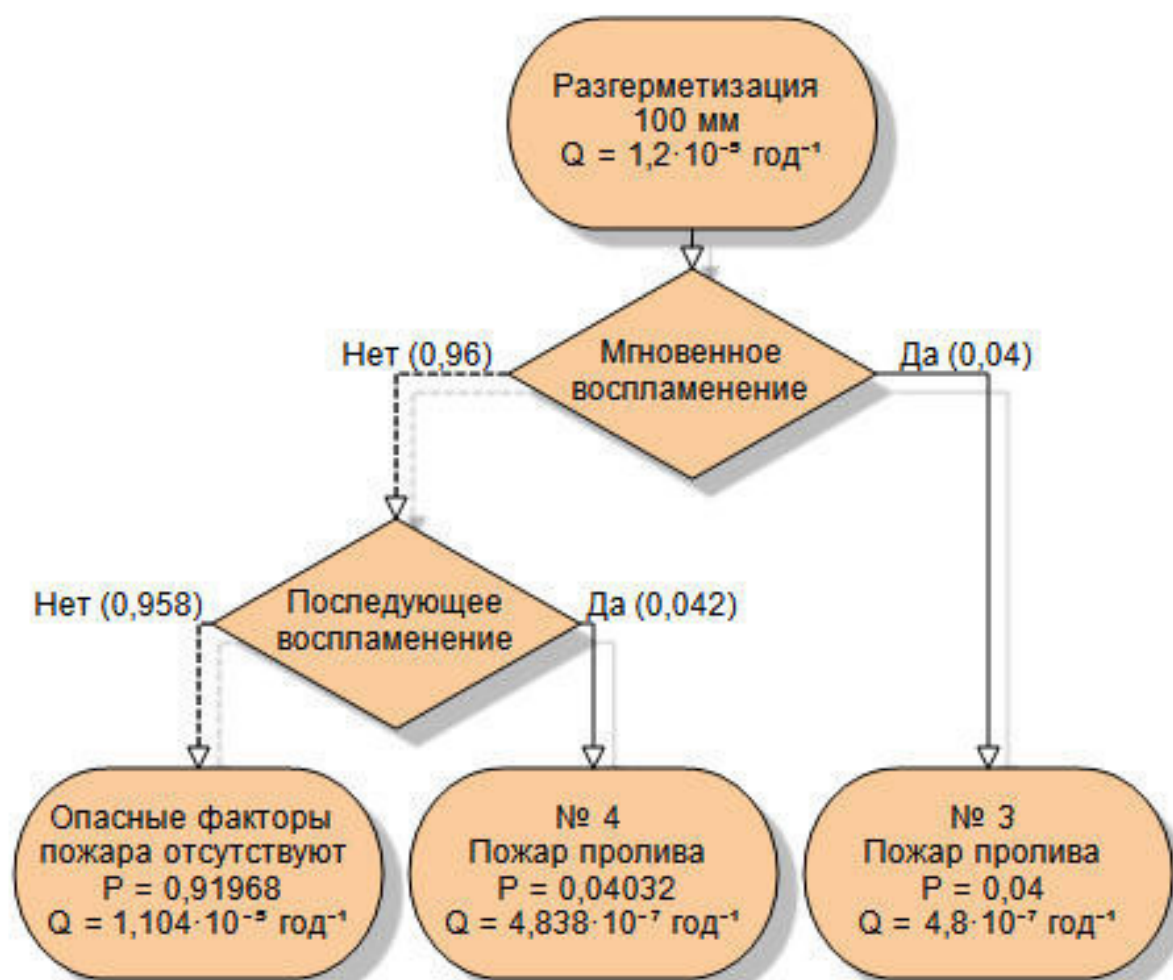
Частота реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий на оборудовании, частоты утечек из технологических трубопроводов — принимались в соответствии с приложением 1 методики [3] и приложением 2 [4].

3.1. PBC_01

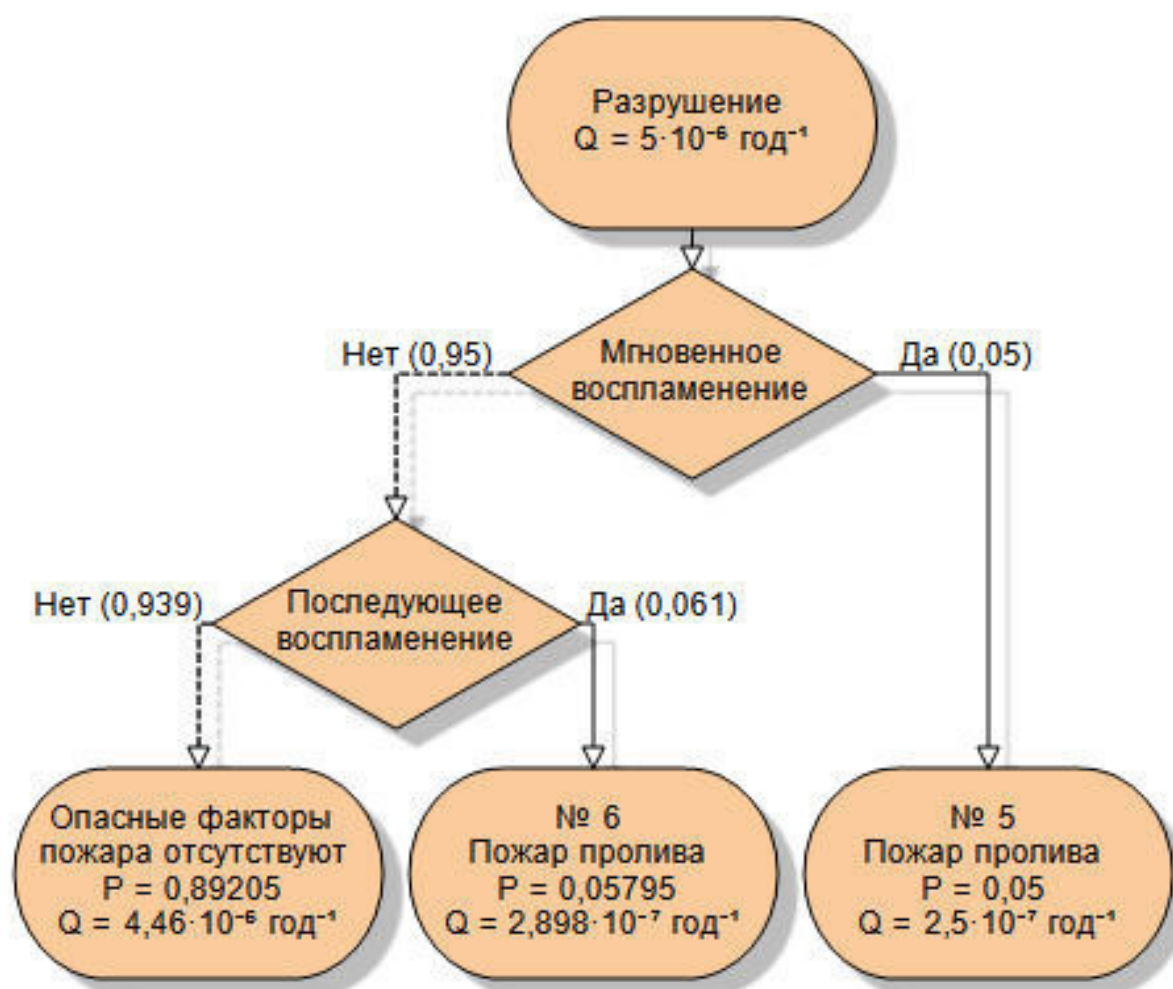
Сценарии развития пожароопасных ситуаций:



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 25 мм"



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 100 мм"



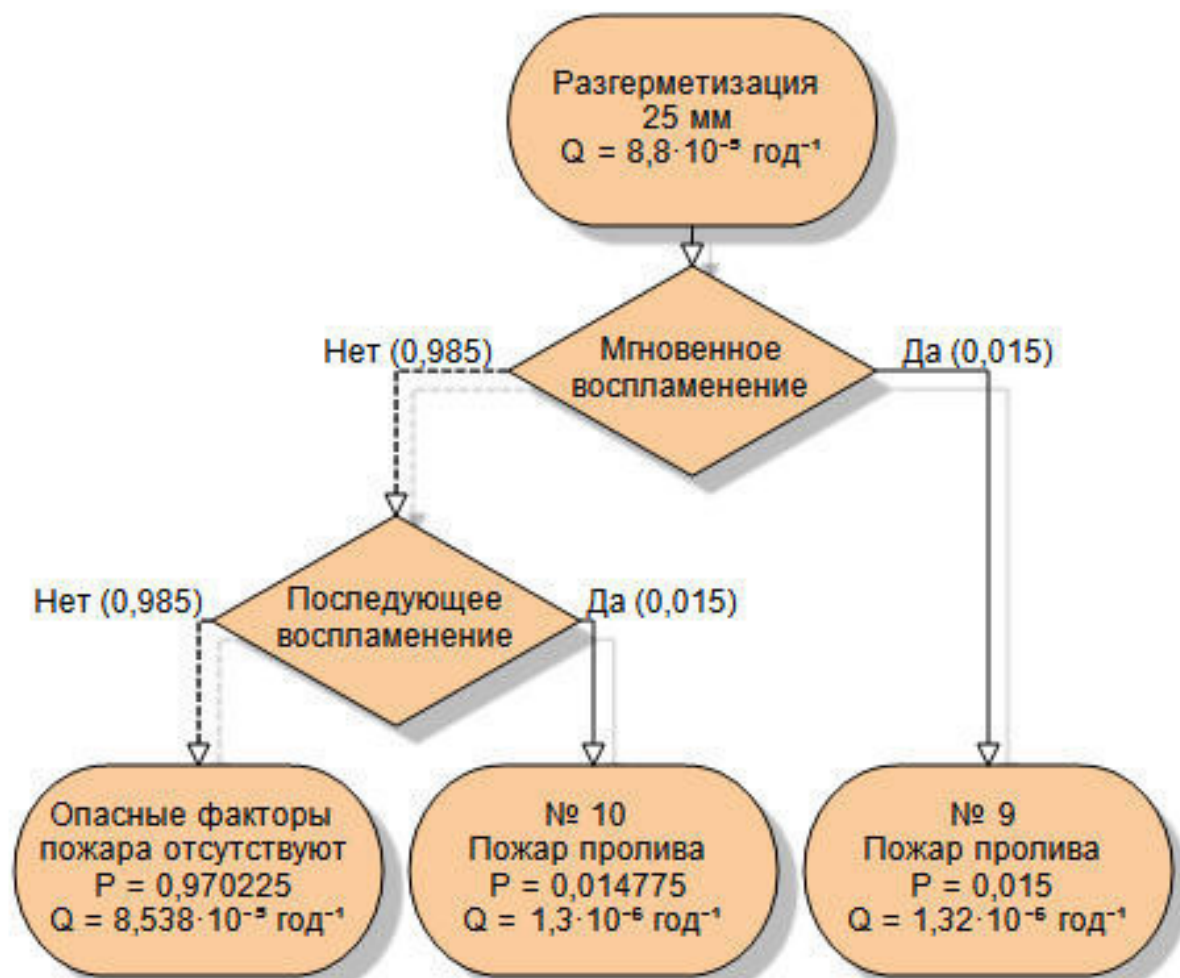
Дерево сценариев при возникновении иницирующего события "Разрушение"

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

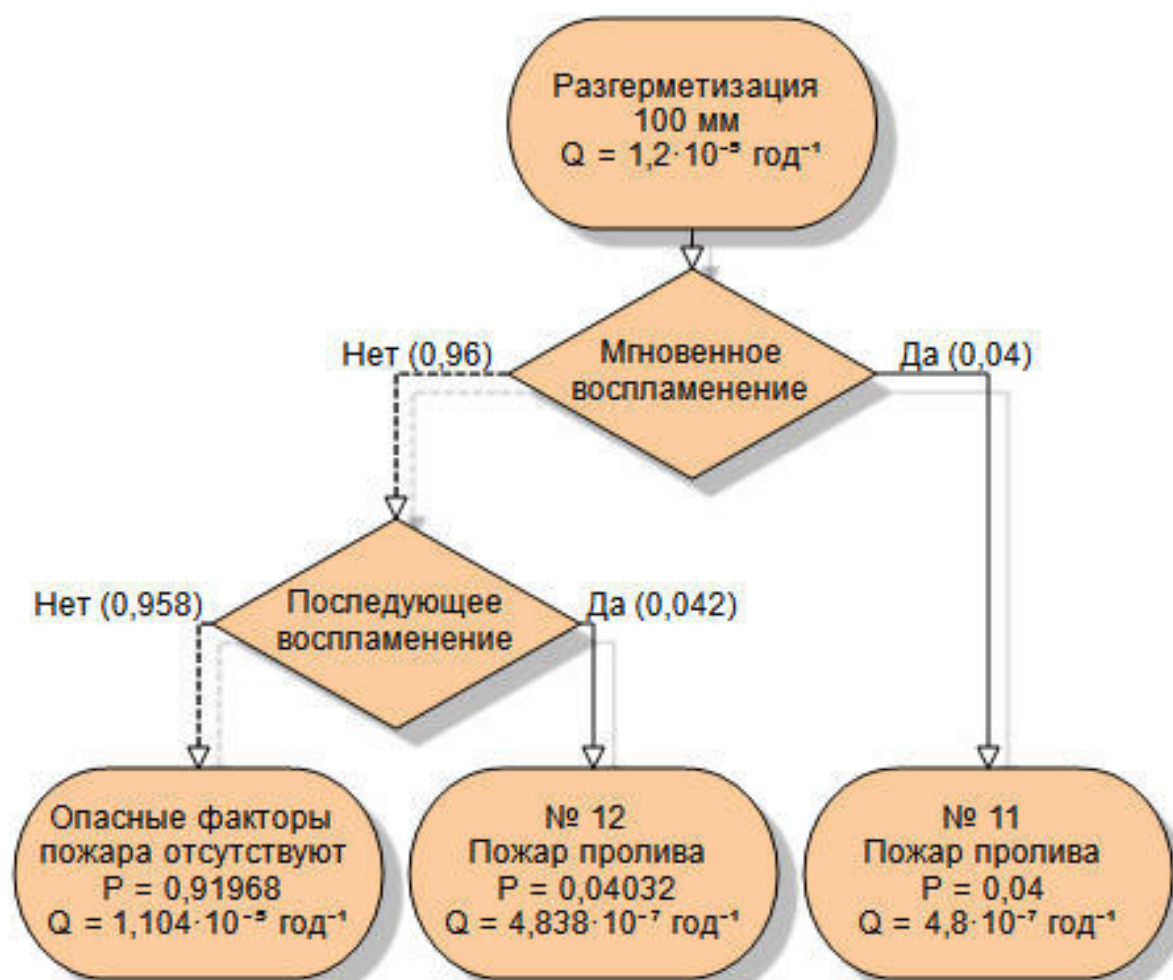
Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год ⁻¹
1	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,32 \cdot 10^{-6}$
2	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,3 \cdot 10^{-6}$
3	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,8 \cdot 10^{-7}$
4	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,838 \cdot 10^{-7}$
5	Разрушение	Пожар пролива	$2,5 \cdot 10^{-7}$
6	Разрушение	Пожар пролива	$2,898 \cdot 10^{-7}$
7	Пожар на дыхательной арматуре	Пожар на дыхательной арматуре	$9 \cdot 10^{-5}$
8	Пожар по всей поверхности	Пожар по всей поверхности	$9 \cdot 10^{-5}$

3.2. PBC_02

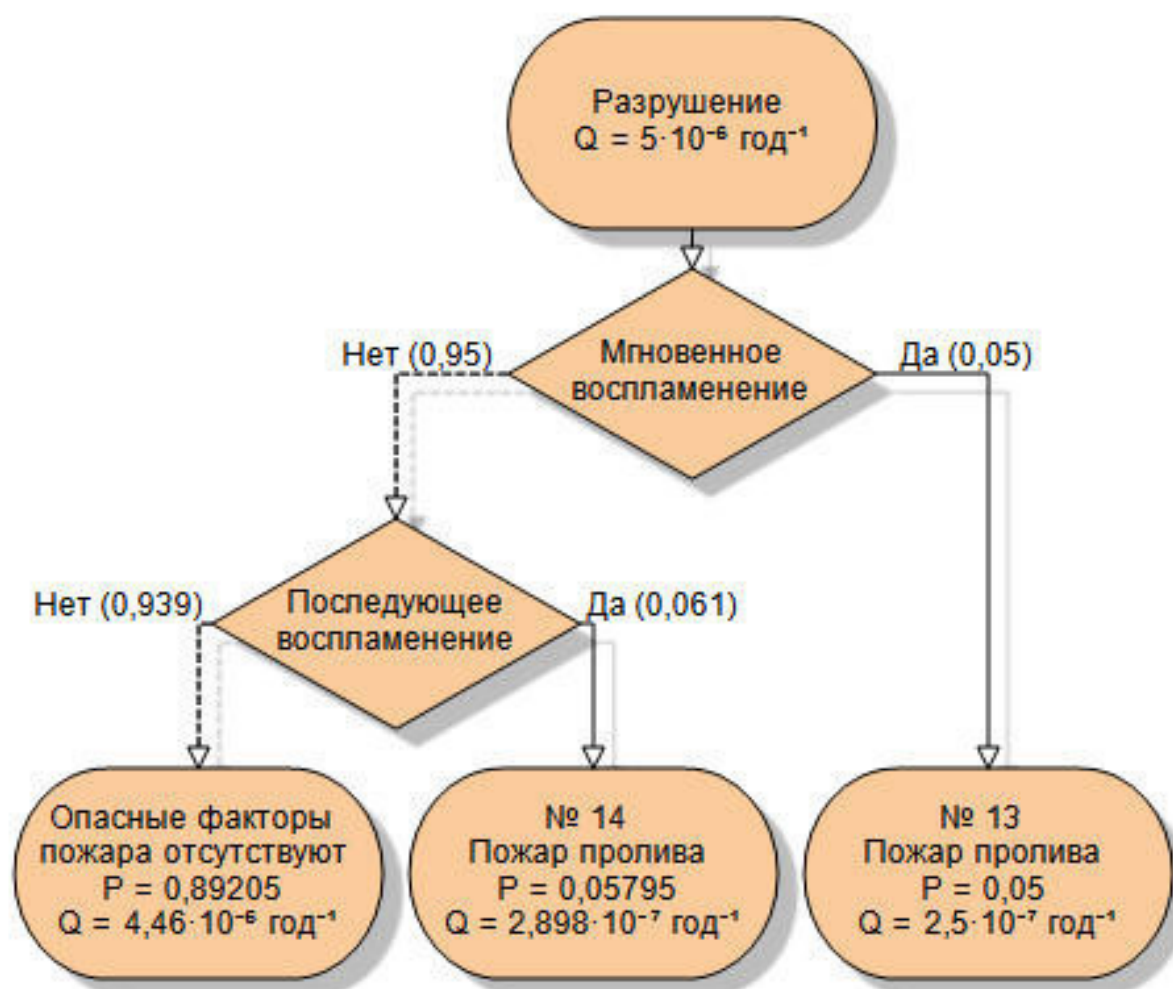
Сценарии развития пожароопасных ситуаций:



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 25 мм"



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 100 мм"



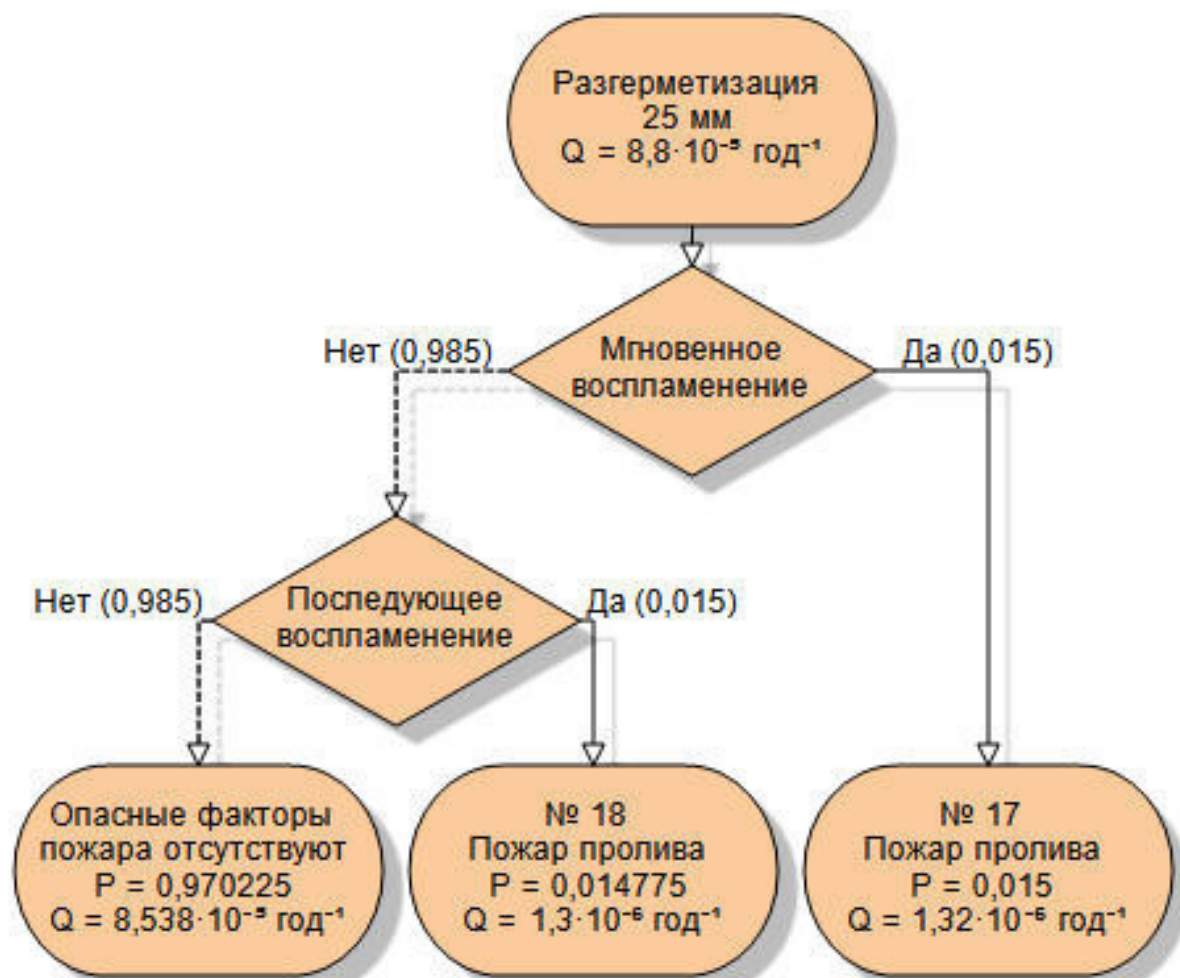
Дерево сценариев при возникновении иницирующего события "Разрушение"

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

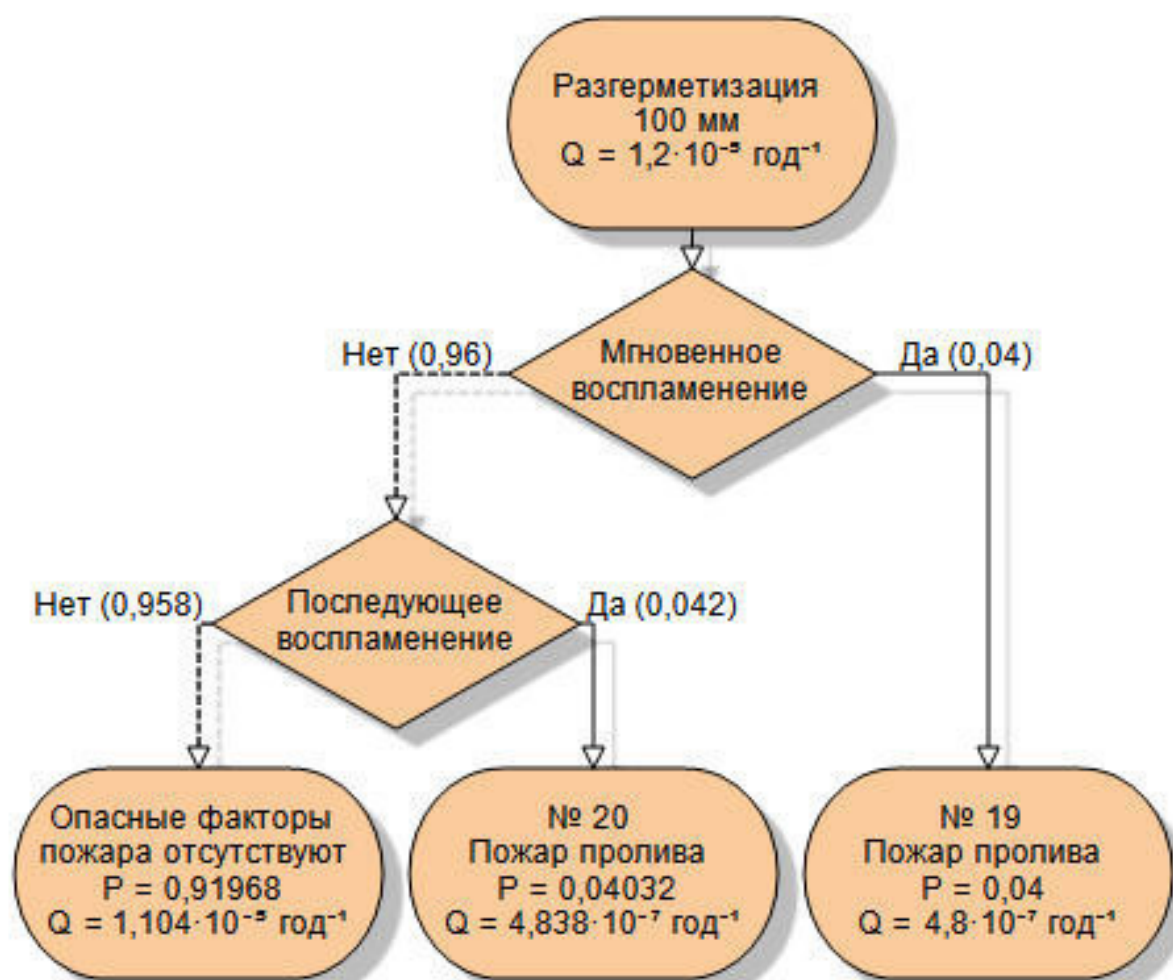
Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год ⁻¹
9	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,32 \cdot 10^{-6}$
10	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,3 \cdot 10^{-6}$
11	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,8 \cdot 10^{-7}$
12	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,838 \cdot 10^{-7}$
13	Разрушение	Пожар пролива	$2,5 \cdot 10^{-7}$
14	Разрушение	Пожар пролива	$2,898 \cdot 10^{-7}$
15	Пожар на дыхательной арматуре	Пожар на дыхательной арматуре	$9 \cdot 10^{-5}$
16	Пожар по всей поверхности	Пожар по всей поверхности	$9 \cdot 10^{-5}$

3.3. PBC_03

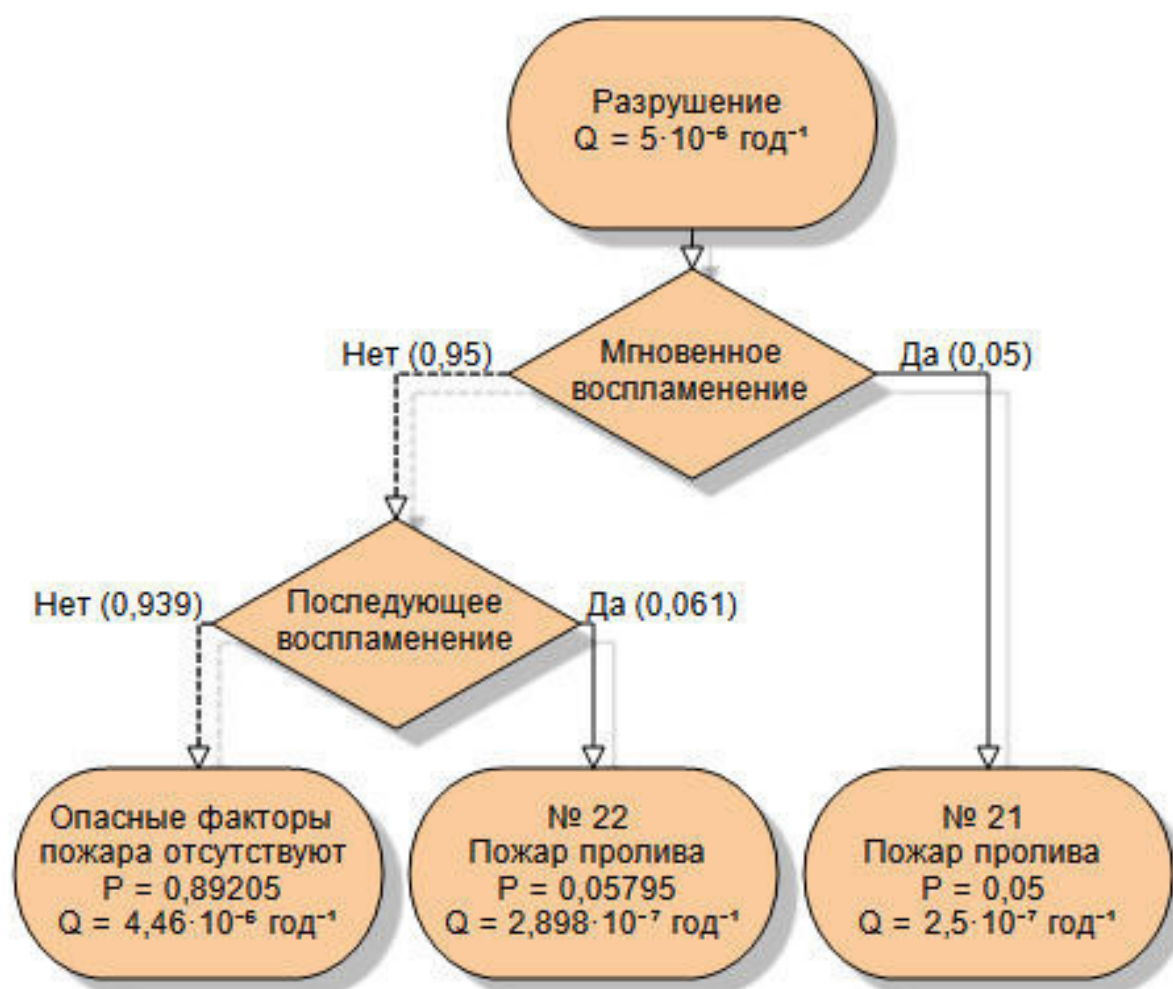
Сценарии развития пожароопасных ситуаций:



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 25 мм"



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 100 мм"



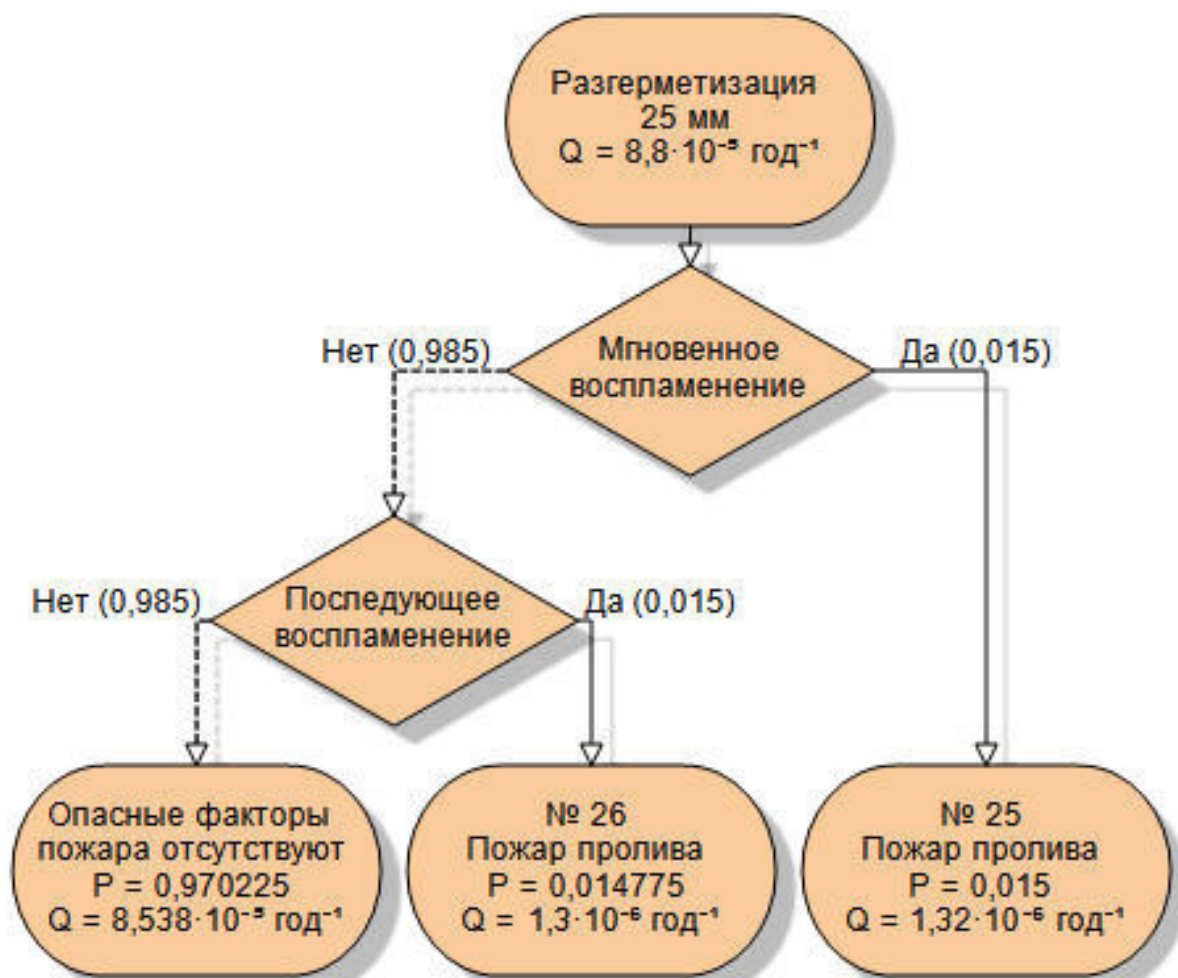
Дерево сценариев при возникновении иницирующего события "Разрушение"

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

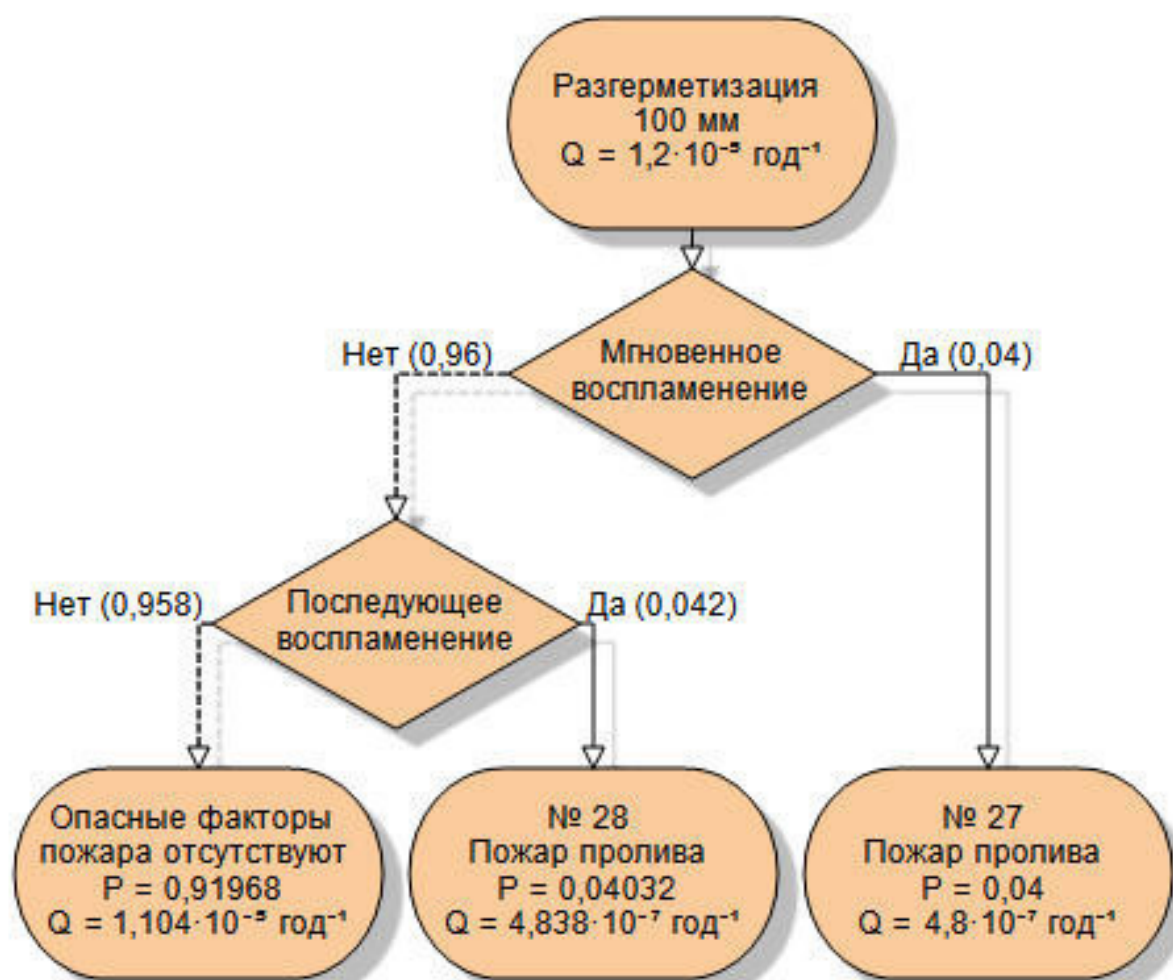
Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год ⁻¹
17	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,32 \cdot 10^{-6}$
18	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,3 \cdot 10^{-6}$
19	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,8 \cdot 10^{-7}$
20	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,838 \cdot 10^{-7}$
21	Разрушение	Пожар пролива	$2,5 \cdot 10^{-7}$
22	Разрушение	Пожар пролива	$2,898 \cdot 10^{-7}$
23	Пожар на дыхательной арматуре	Пожар на дыхательной арматуре	$9 \cdot 10^{-5}$
24	Пожар по всей поверхности	Пожар по всей поверхности	$9 \cdot 10^{-5}$

3.4. PBC_04

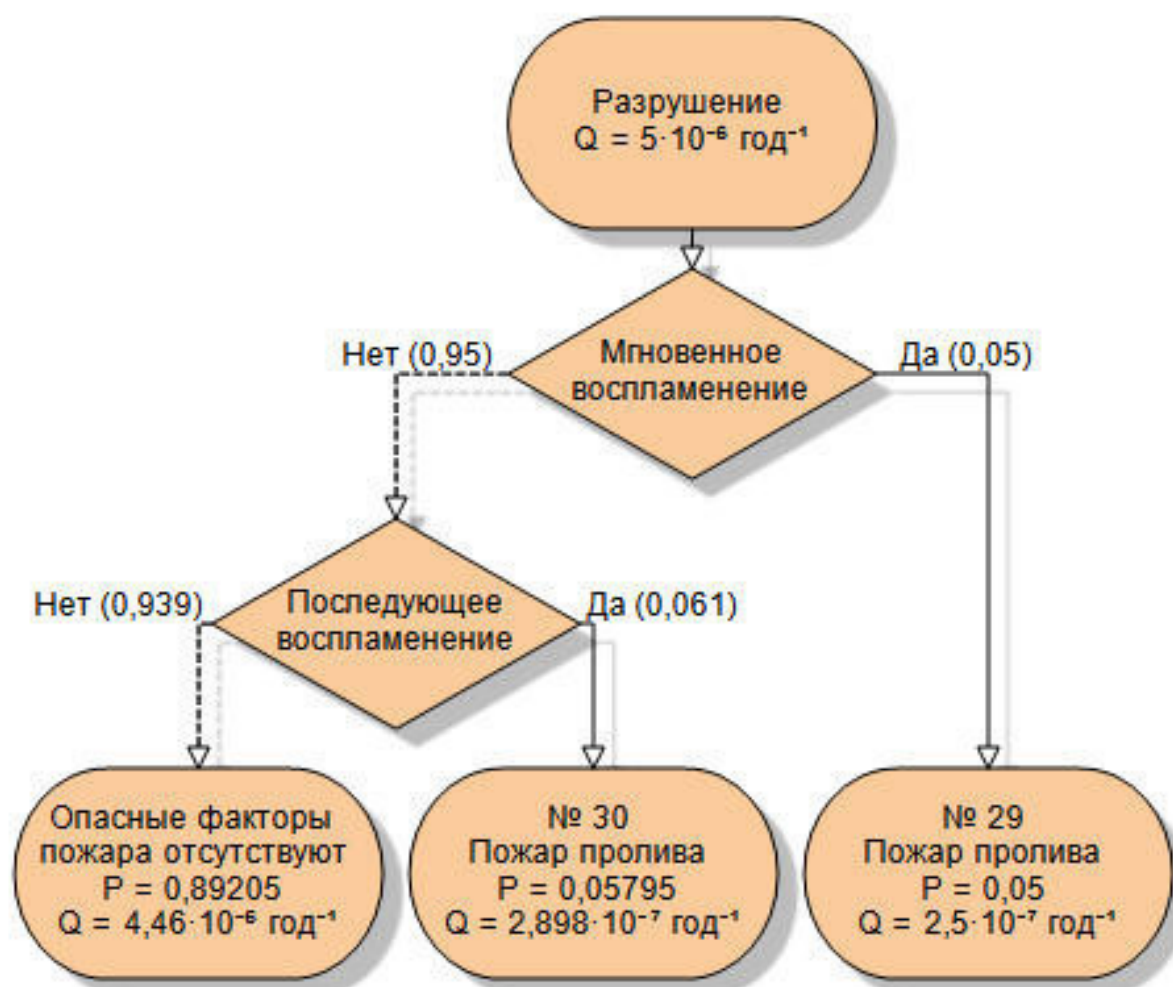
Сценарии развития пожароопасных ситуаций:



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 25 мм"



Дерево сценариев при возникновении инициирующего события "Разгерметизация 100 мм"



Дерево сценариев при возникновении иницирующего события "Разрушение"

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год ⁻¹
25	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,32 \cdot 10^{-6}$
26	Разгерметизация 25 мм	Пожар пролива	$1,3 \cdot 10^{-6}$
27	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,8 \cdot 10^{-7}$
28	Разгерметизация 100 мм	Пожар пролива	$4,838 \cdot 10^{-7}$
29	Разрушение	Пожар пролива	$2,5 \cdot 10^{-7}$
30	Разрушение	Пожар пролива	$2,898 \cdot 10^{-7}$
31	Пожар на дыхательной арматуре	Пожар на дыхательной арматуре	$9 \cdot 10^{-5}$
32	Пожар по всей поверхности	Пожар по всей поверхности	$9 \cdot 10^{-5}$

Подробный расчет частоты возникновения опасных факторов пожара приведен в главе "Построение полей опасных факторов пожара".

4. Количественная оценка массы горючих веществ, поступающих в окружающее пространство в результате возникновения пожароопасных ситуаций

4.1. РВС_01

4.1.1. Разгерметизация 25 мм

Частота возникновения: $8,8 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 920 = 4,537 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 3600 = 0,0049 \cdot 3600 = 17,755 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{п}} = f_{\text{р}} \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 17,755 = 355,1 \text{ м}^2.$$

Поверхность пролива ограничивается обвалованием. Площадь пролива составляет 355,1 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 17,755 \cdot 920 = 16334,4 \text{ кг}.$$

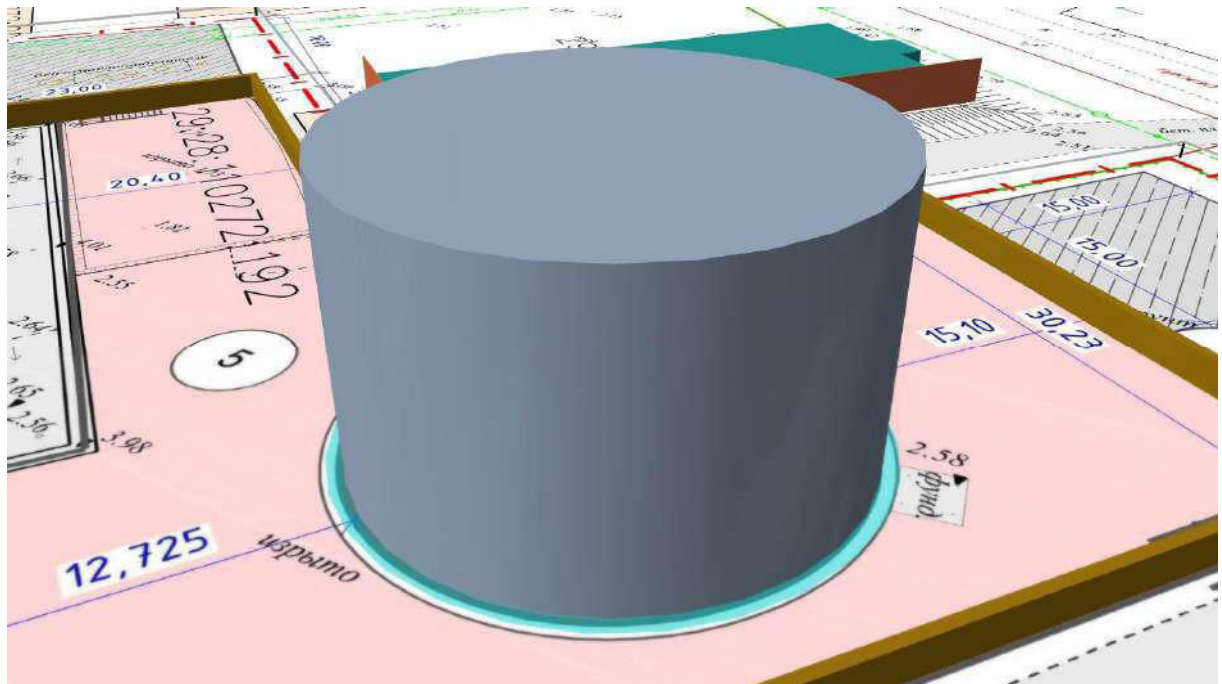
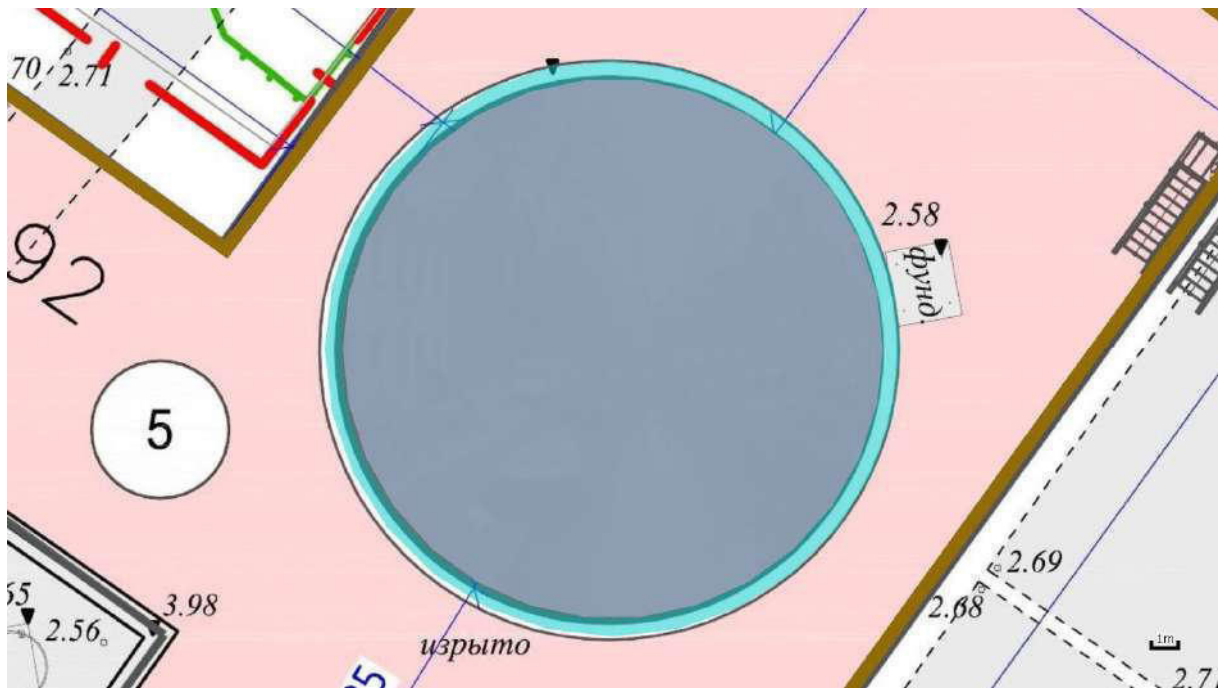
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0 \text{ кПа}$.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 355,1 \cdot 3600 = 0 \text{ кг}.$$



Разгерметизация 25 мм

4.1.2. Разгерметизация 100 мм

Частота возникновения: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 100^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0789 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 920 = 72,597 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 3600 = 0,0789 \cdot 3600 = 284,076 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\Pi} = f_p \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 284,076 = 5681,5 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива ограничивается обвалованием и составляет 2971,7 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 284,076 \cdot 920 = 261349,9 \text{ кг.}$$

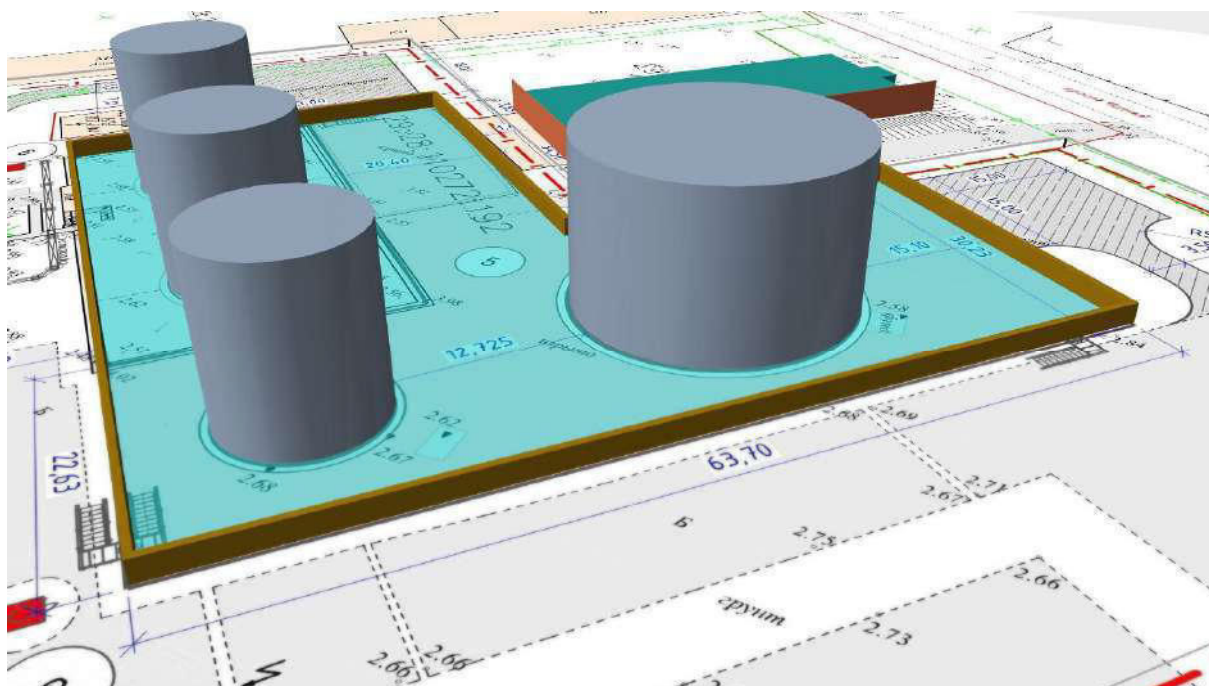
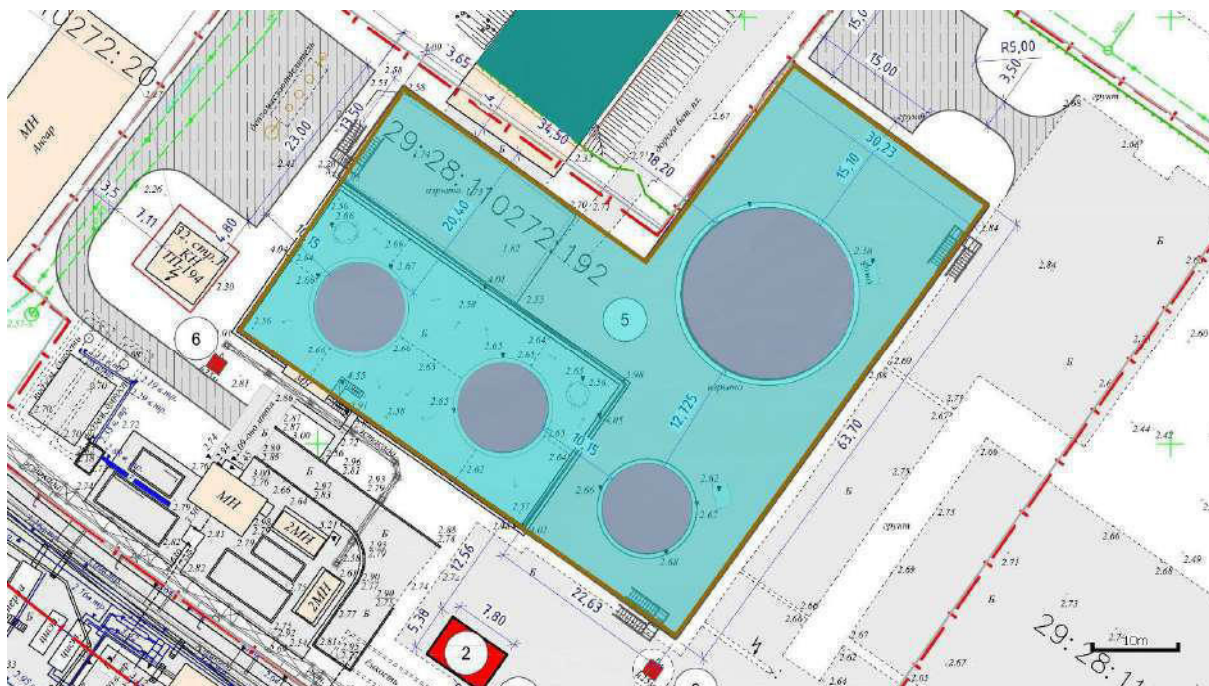
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\Pi} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 2971,7 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разгерметизация 100 мм

4.1.3. Разрушение

Частота возникновения: $5 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹.

Объем вылившейся жидкости принимается равным объему емкости: $V_{ж} = 3000 \text{ м}^3$.

Имеется обвалование. При высоте столба жидкости 10,5 м и высоте обвалования (ограждения) 1,5 м доля жидкости, перелившейся через обвалование, составит 0,51.

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{перелив.}} = V_{ж} \cdot 0,51 \cdot f_p = 3000 \text{ м}^3 \cdot 0,51 \cdot 20 = 30428,6 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива составляет сумму площади обвалования и площади перелива:

$$F_{\Pi} = F_{\text{обв.}} + F_{\text{перелив.}} = 2971,7 + 30428,6 = 33400,3 \text{ м}^2.$$

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 3000 \cdot 920 = 2760000 \text{ кг.}$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

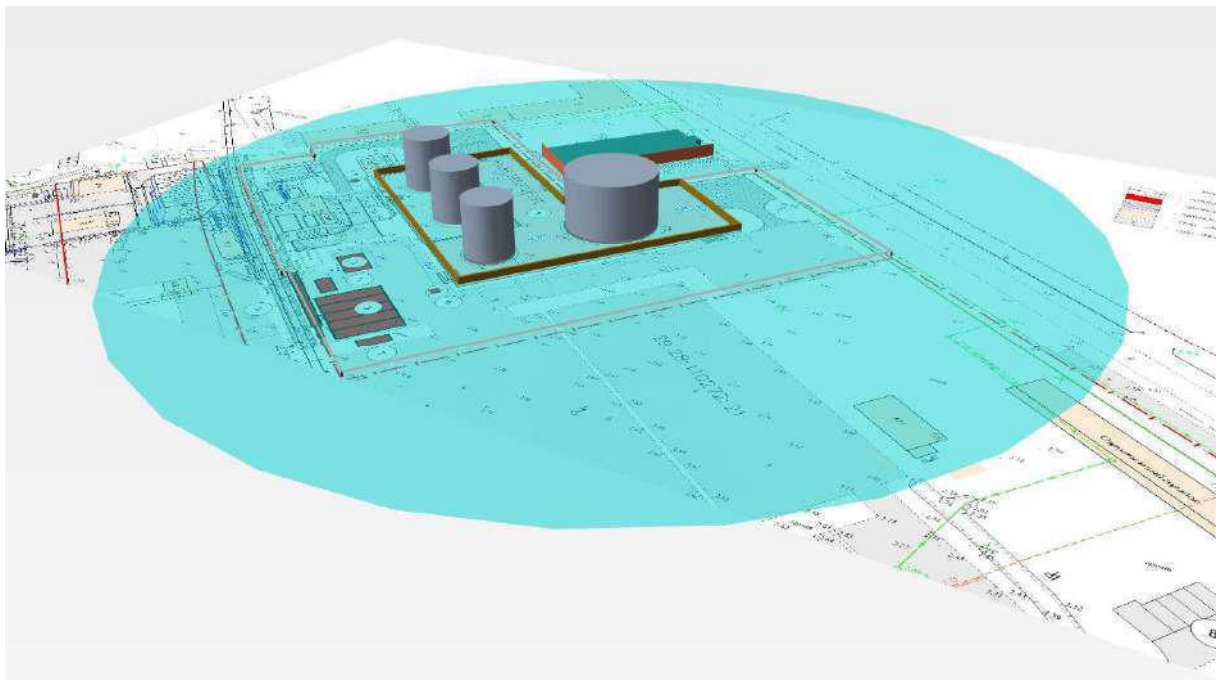
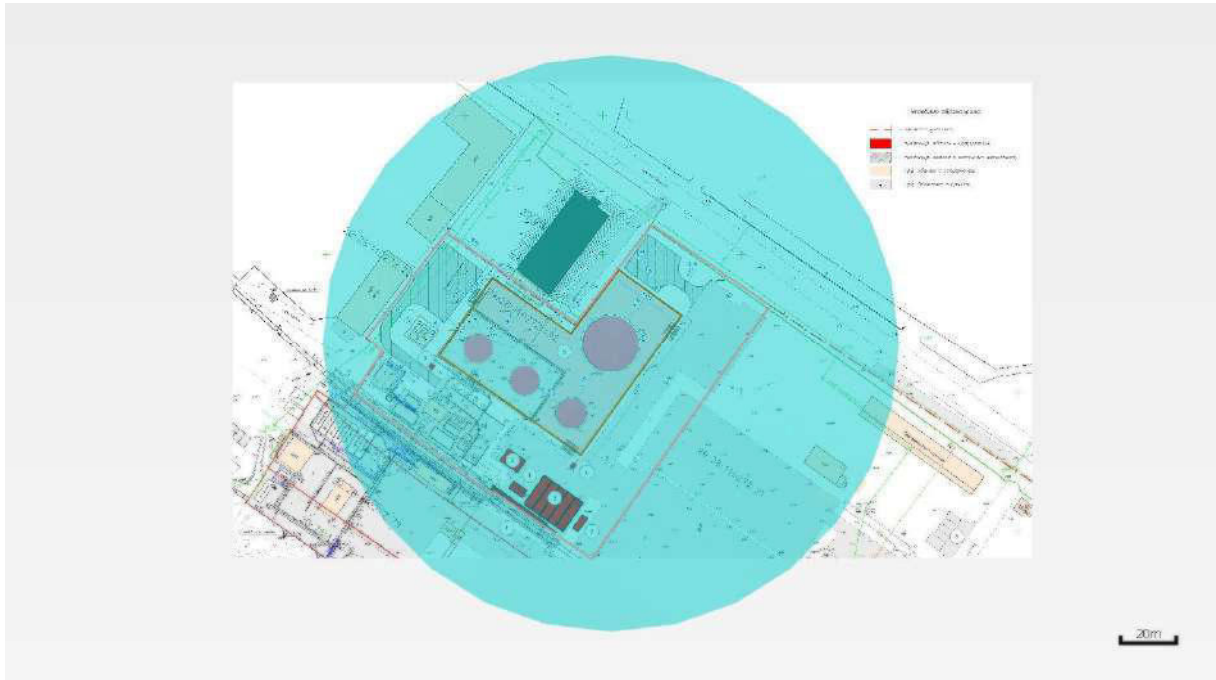
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

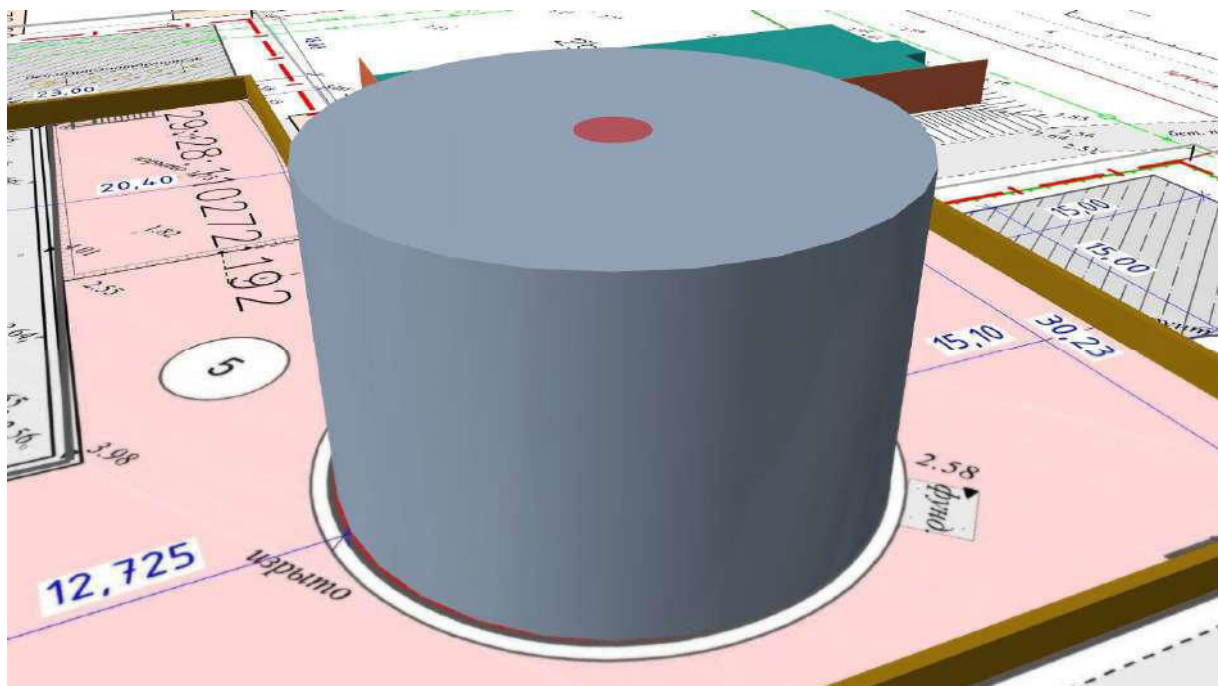
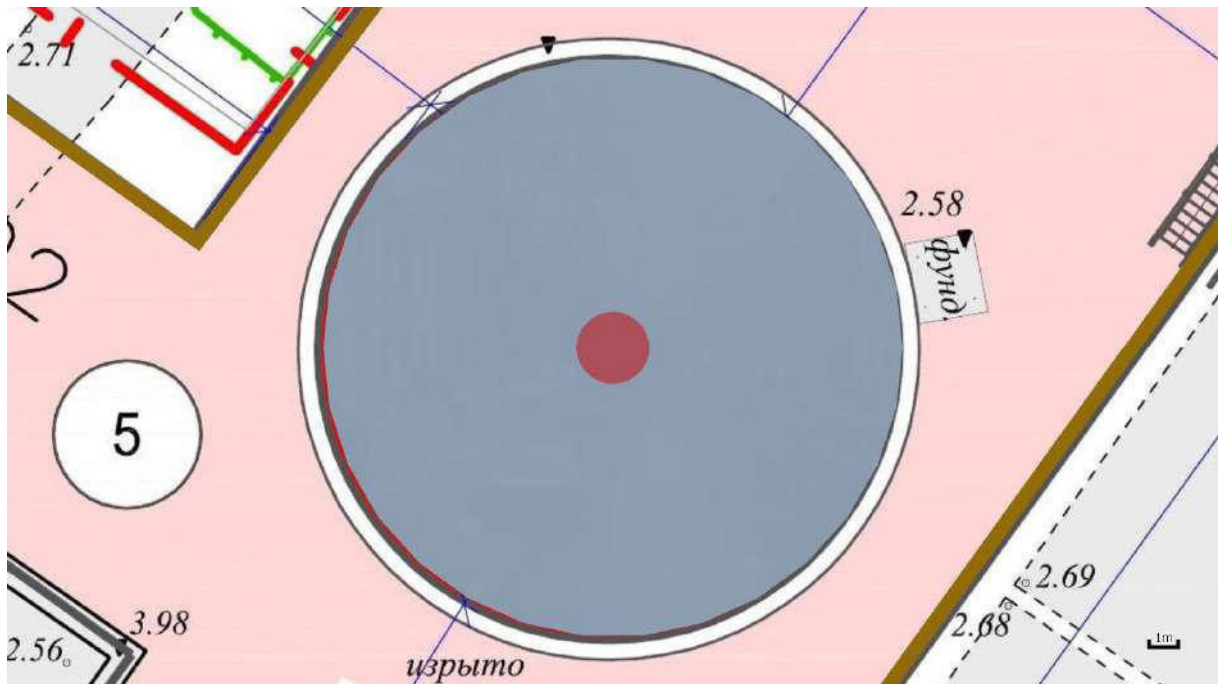
$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 33400,3 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разрушение

4.1.4. Пожар на дыхательной арматуре

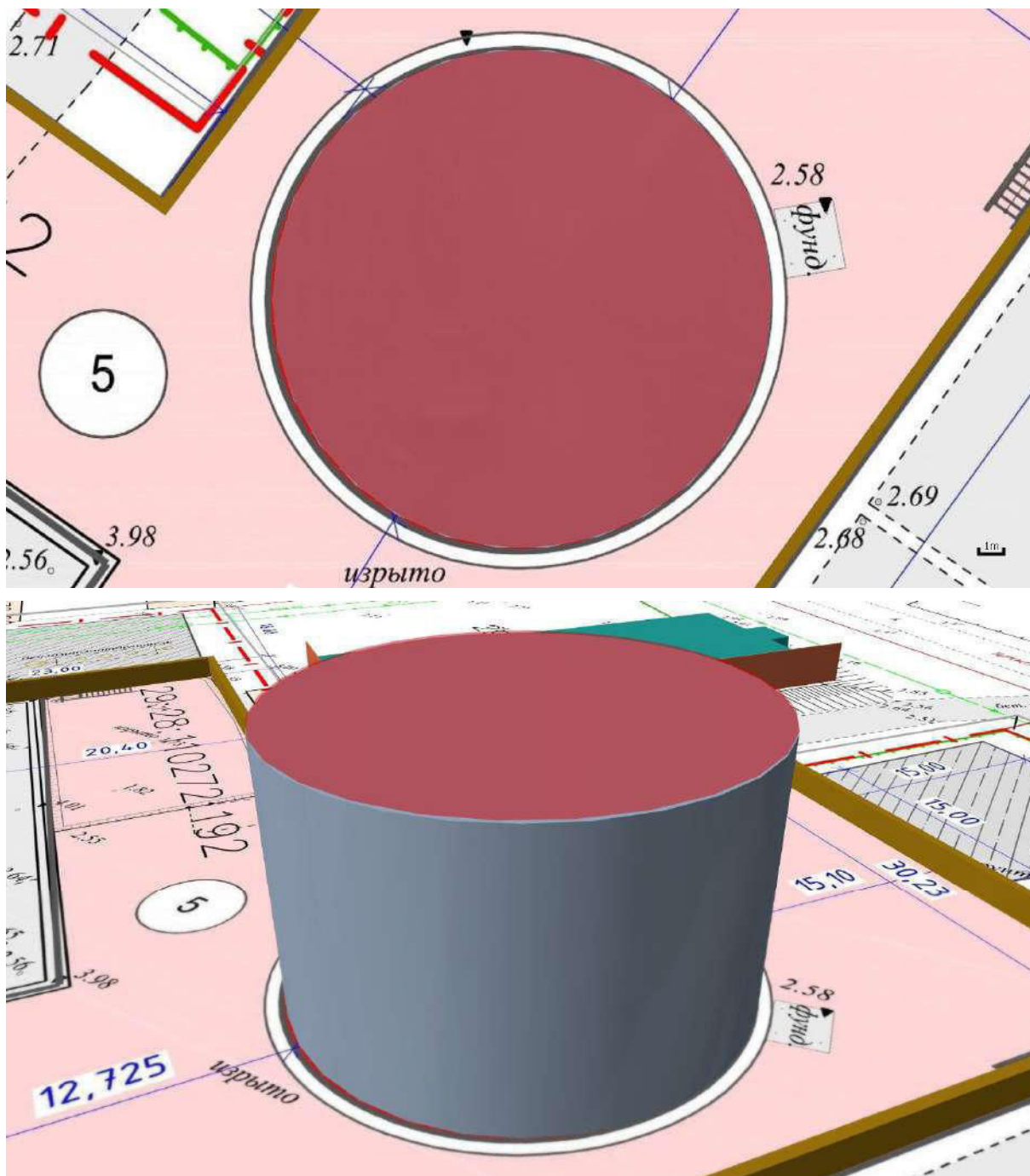
Площадь пожара на дыхательной арматуре принимается равной 5 м².



Площадь пожара

4.1.5. Пожар по всей поверхности

Площадь пожара принимается равной площади резервуара и составляет 314,2 м².



Площадь пожара

4.2. РВС_02

4.2.1. Разгерметизация 25 мм

Частота возникновения: $8,8 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 920 = 4,537 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 3600 = 0,0049 \cdot 3600 = 17,755 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{п}} = f_{\text{р}} \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 17,755 = 355,1 \text{ м}^2.$$

Поверхность пролива ограничивается обвалованием. Площадь пролива составляет 355,1 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 17,755 \cdot 920 = 16334,4 \text{ кг.}$$

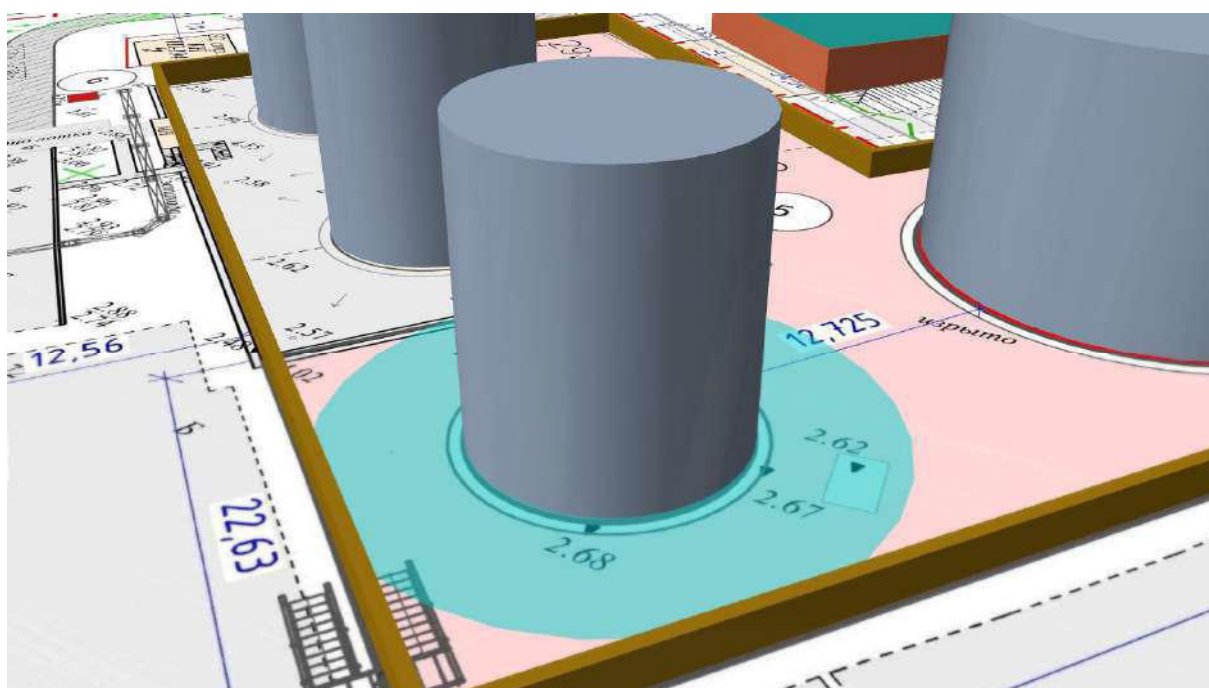
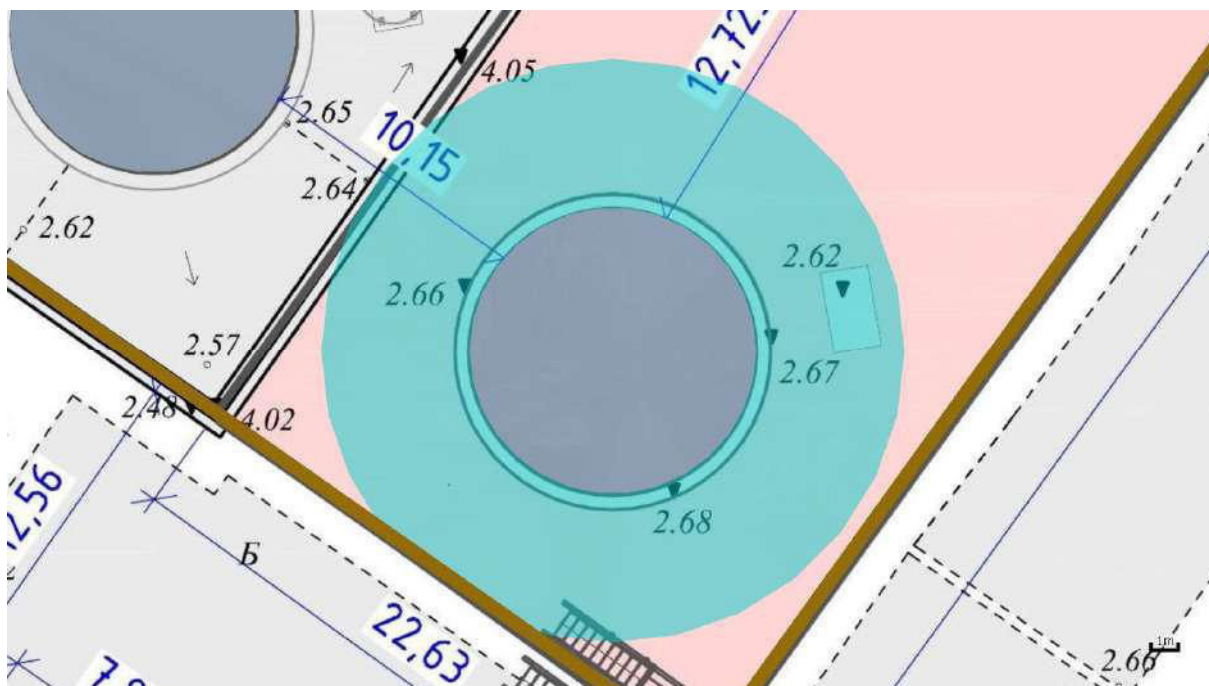
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 355,1 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разгерметизация 25 мм

4.2.2. Разгерметизация 100 мм

Частота возникновения: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 100^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0789 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 920 = 72,597 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 3600 = 0,0789 \cdot 3600 = 284,076 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\Pi} = f_p \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 284,076 = 5681,5 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива ограничивается обвалованием и составляет 2971,7 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 284,076 \cdot 920 = 261349,9 \text{ кг.}$$

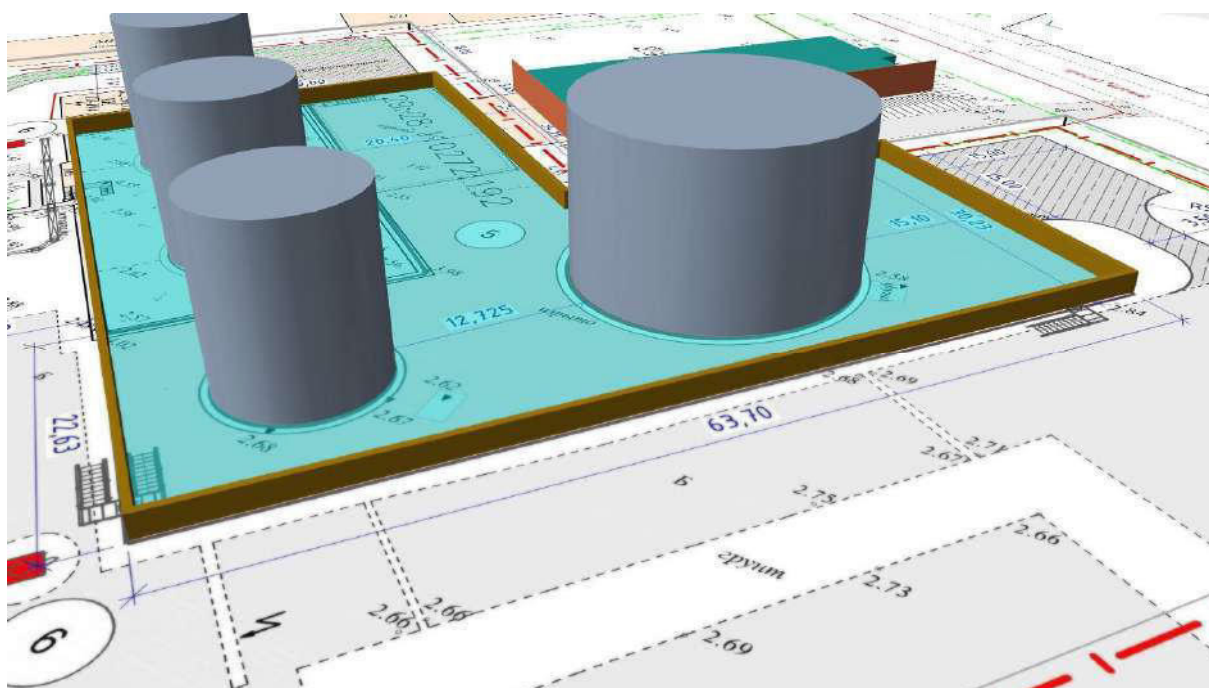
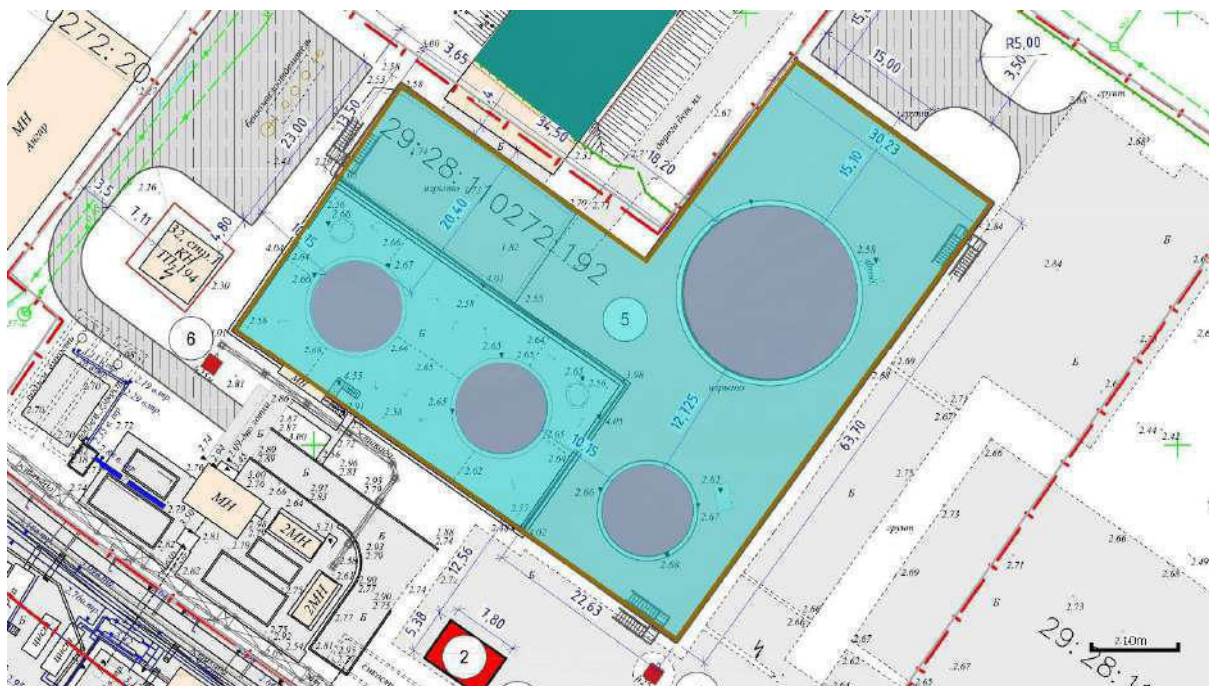
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\Pi} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 2971,7 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разгерметизация 100 мм

4.2.3. Разрушение

Частота возникновения: $5 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Объем вылившейся жидкости принимается равным объему емкости: $V_{\text{ж}} = 1000 \text{ м}^3$.

Имеется обвалование. При высоте столба жидкости 10,5 м и высоте обвалования (ограждения) 1,5 м доля жидкости, перелившейся через обвалование, составит 0,51.

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{перелив.}} = V_{\text{ж}} \cdot 0,51 \cdot f_p = 1000 \text{ м}^3 \cdot 0,51 \cdot 20 = 10142,9 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива составляет сумму площади обвалования и площади перелива:

$$F_{\Pi} = F_{\text{обв.}} + F_{\text{перелив.}} = 2971,7 + 10142,9 = 13114,6 \text{ м}^2.$$

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 1000 \cdot 920 = 920000 \text{ кг.}$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

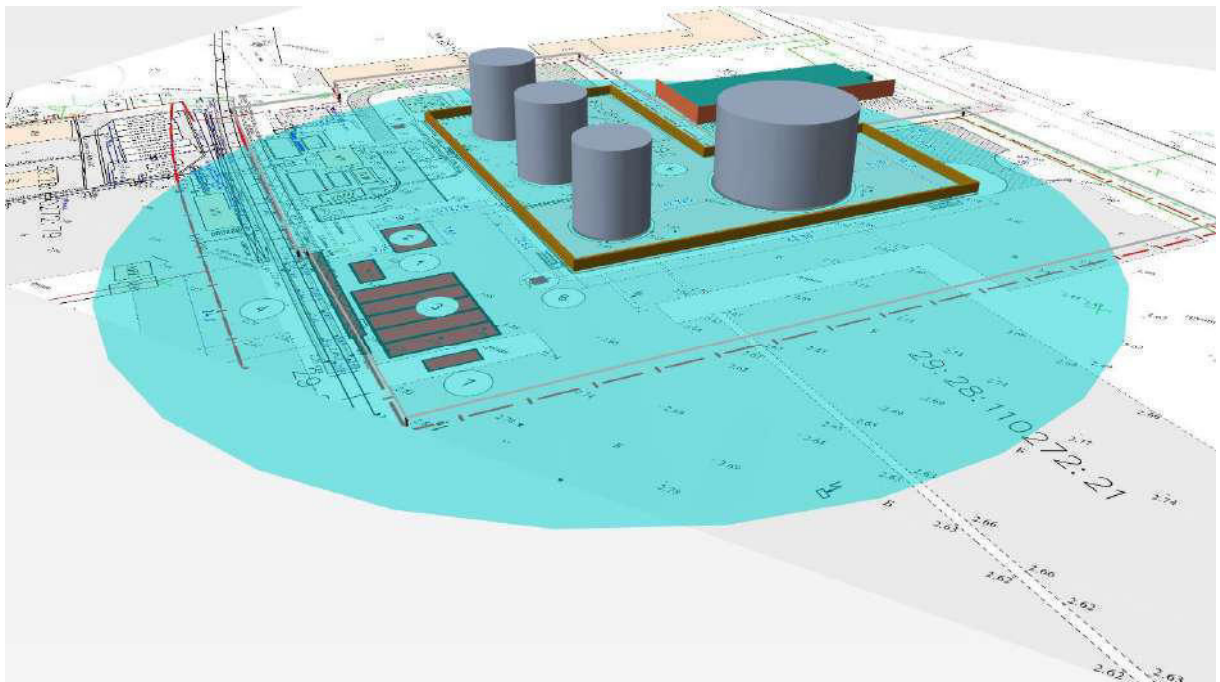
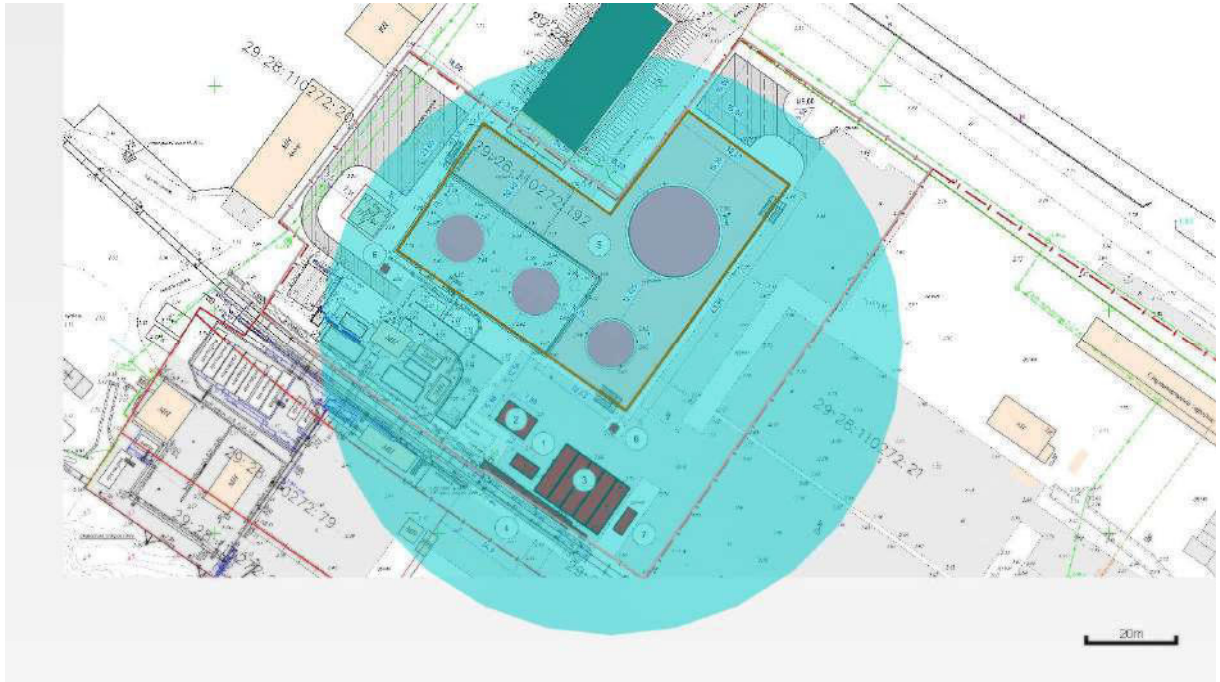
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

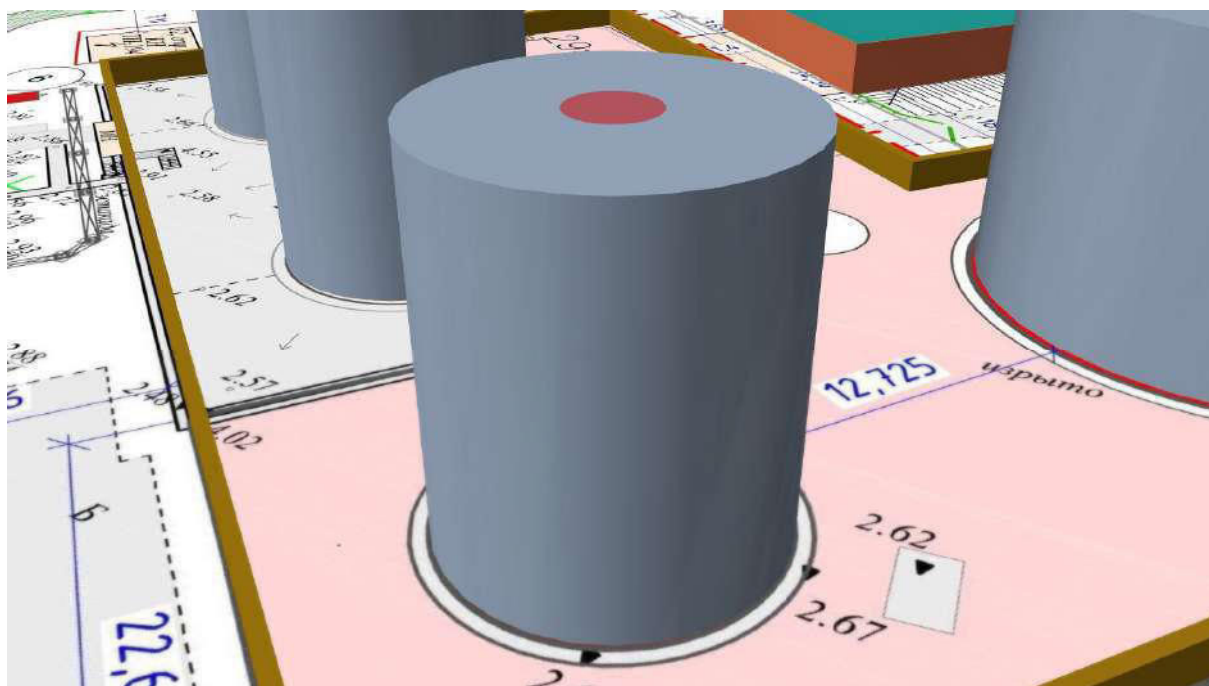
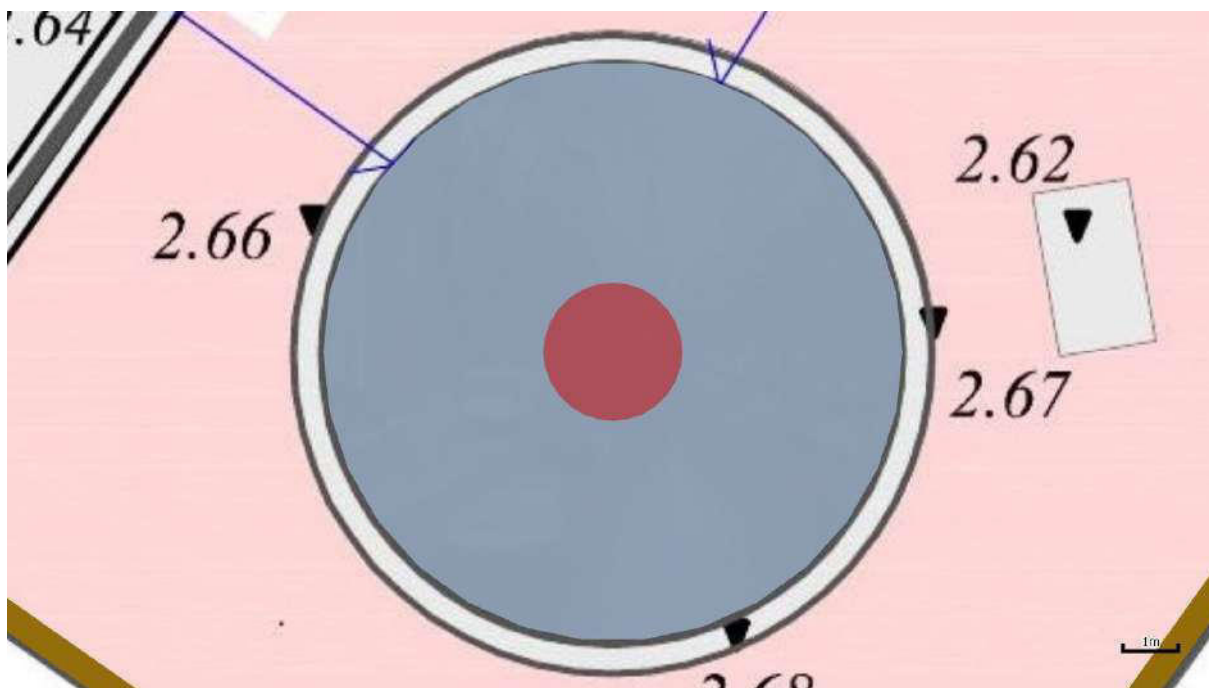
$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 13114,6 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разрушение

4.2.4. Пожар на дыхательной арматуре

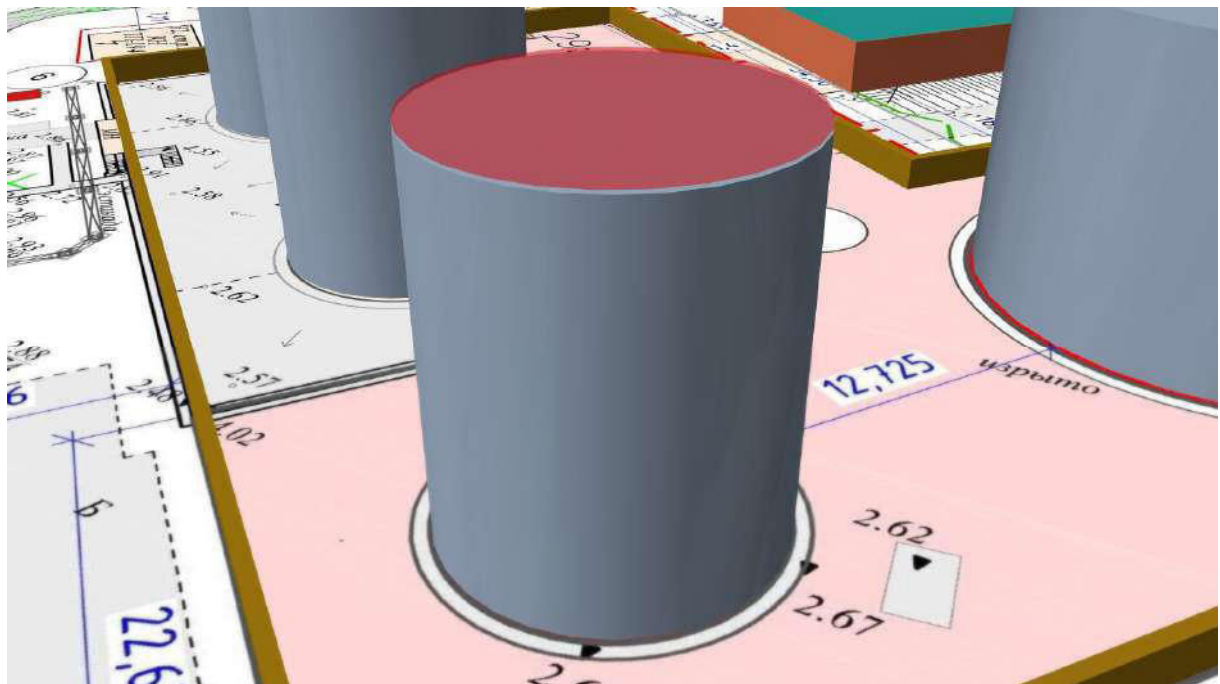
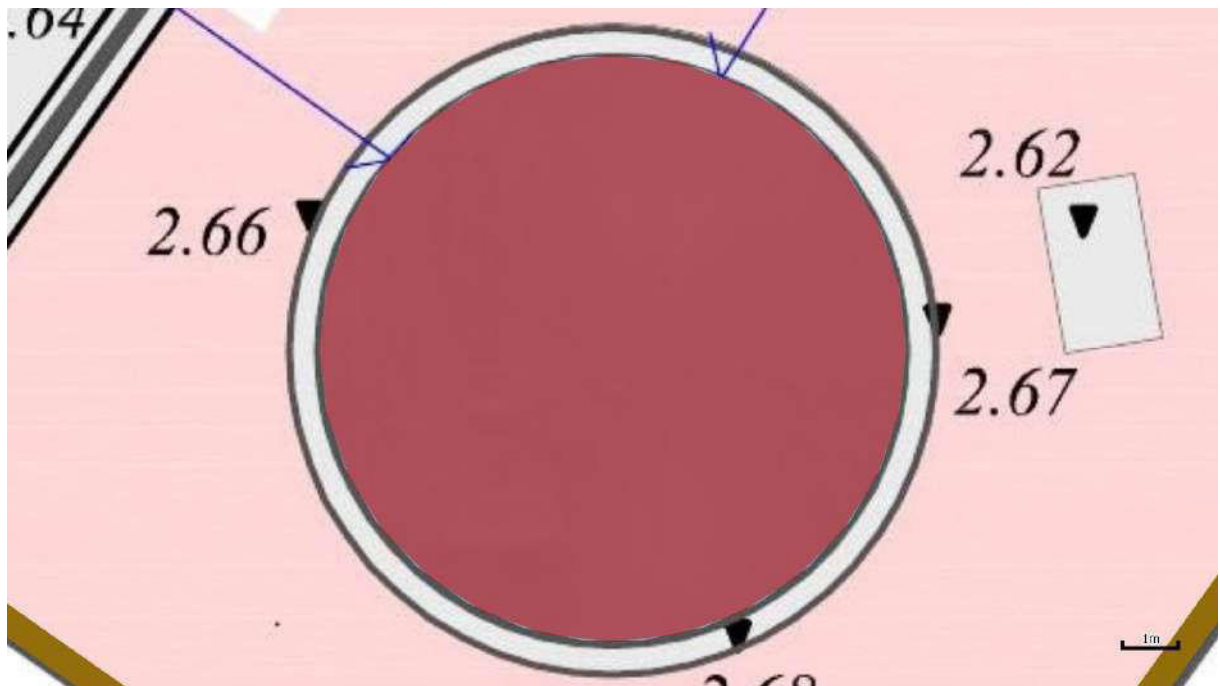
Площадь пожара на дыхательной арматуре принимается равной 5 м².



Площадь пожара

4.2.5. Пожар по всей поверхности

Площадь пожара принимается равной площади резервуара и составляет 86,6 м².



Площадь пожара

4.3. PBC_03

4.3.1. Разгерметизация 25 мм

Частота возникновения: $8,8 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 920 = 4,537 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 3600 = 0,0049 \cdot 3600 = 17,755 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{п}} = f_{\text{р}} \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 17,755 = 355,1 \text{ м}^2.$$

Поверхность пролива ограничивается обвалованием. Площадь пролива составляет 355,1 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 17,755 \cdot 920 = 16334,4 \text{ кг}.$$

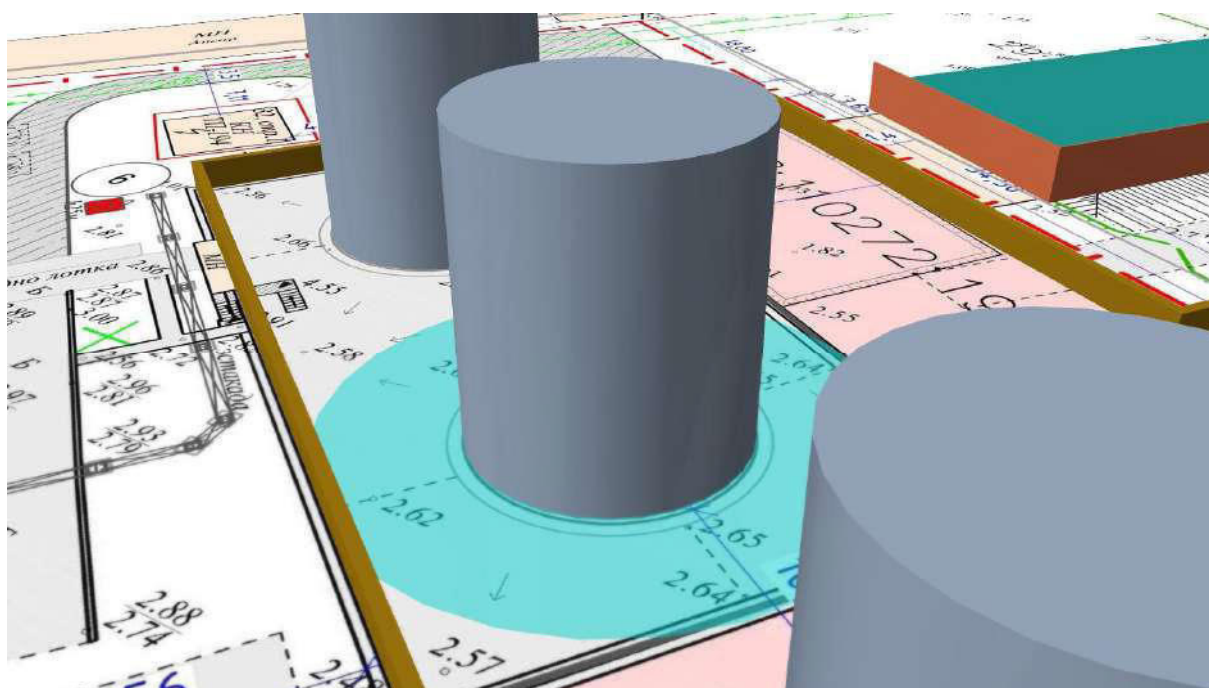
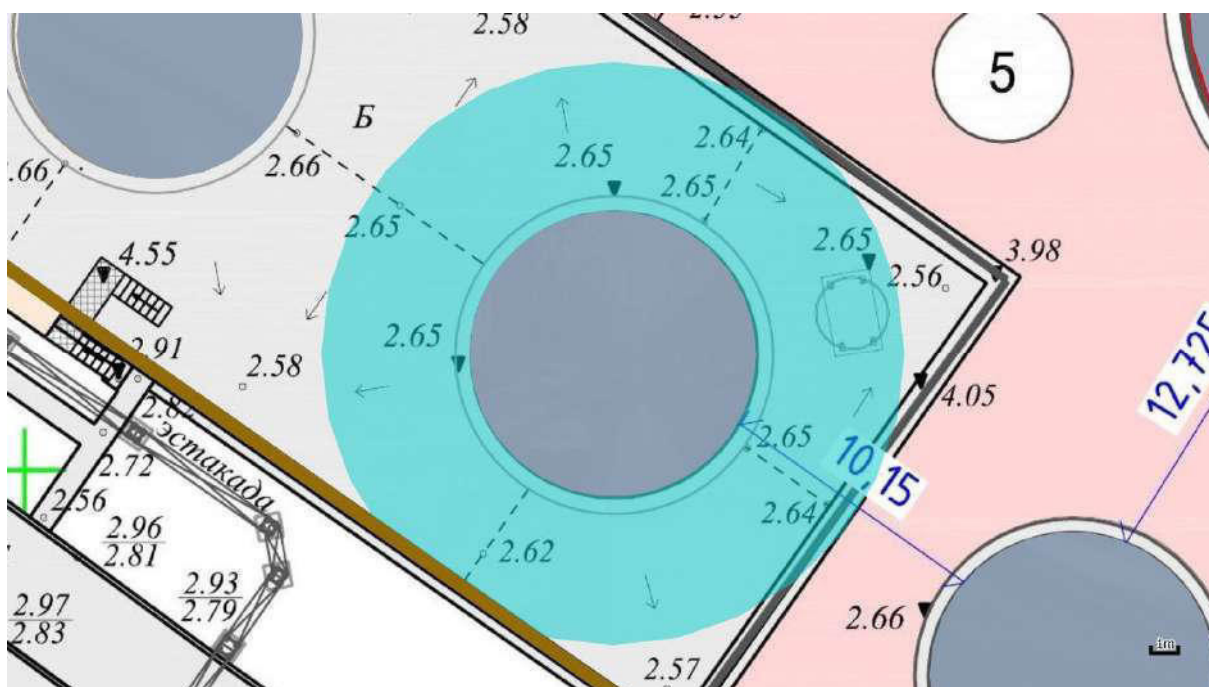
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 355,1 \cdot 3600 = 0 \text{ кг}.$$



Разгерметизация 25 мм

4.3.2. Разгерметизация 100 мм

Частота возникновения: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 100^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0789 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 920 = 72,597 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0789 \cdot 3600 = 0,0789 \cdot 3600 = 284,076 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\Pi} = f_p \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 284,076 = 5681,5 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива ограничивается обвалованием и составляет 2971,7 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 284,076 \cdot 920 = 261349,9 \text{ кг.}$$

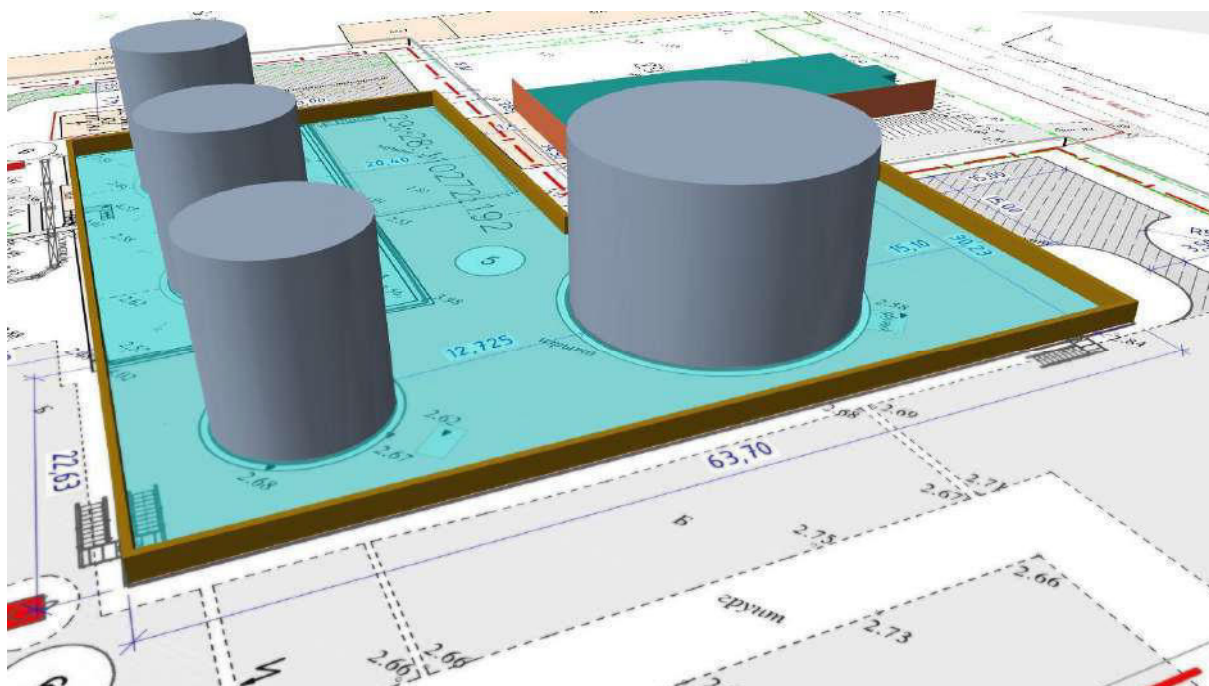
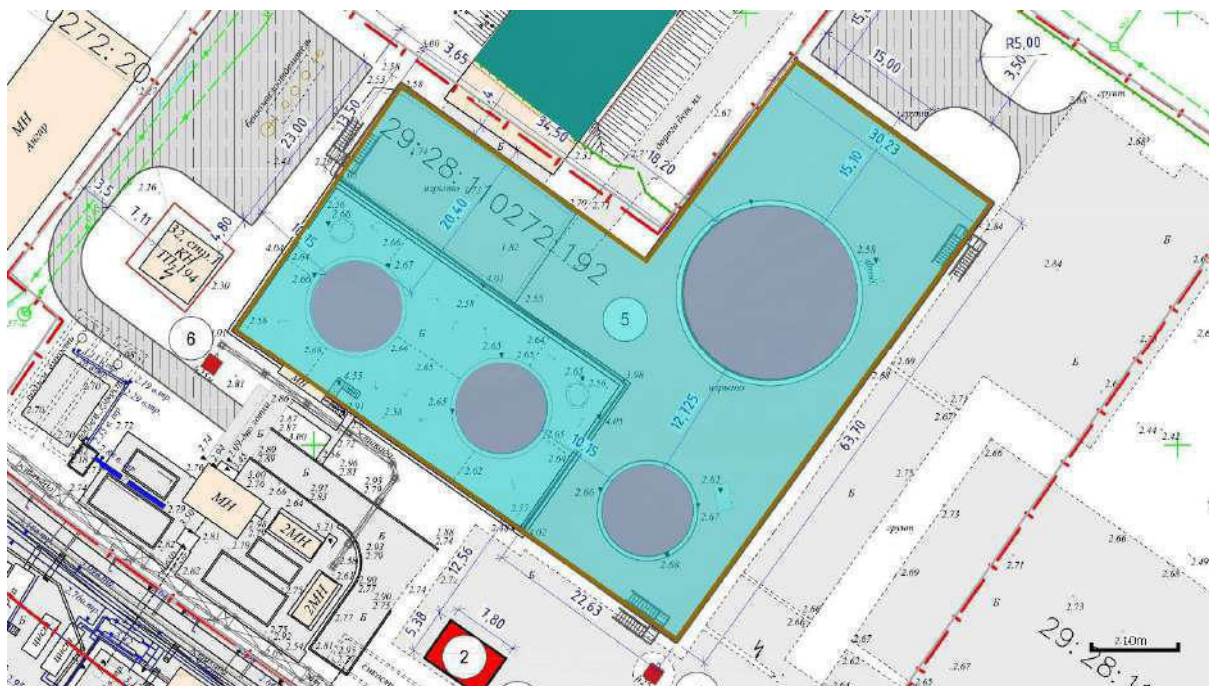
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\Pi} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 2971,7 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разгерметизация 100 мм

4.3.3. Разрушение

Частота возникновения: $5 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Объем вылившейся жидкости принимается равным объему емкости: $V_{\text{ж}} = 1000 \text{ м}^3$.

Имеется обвалование. При высоте столба жидкости 10,5 м и высоте обвалования (ограждения) 1,5 м доля жидкости, перелившейся через обвалование, составит 0,51.

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{перелив.}} = V_{\text{ж}} \cdot 0,51 \cdot f_p = 1000 \text{ м}^3 \cdot 0,51 \cdot 20 = 10142,9 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива составляет сумму площади обвалования и площади перелива:

$$F_{\Pi} = F_{\text{обв.}} + F_{\text{перелив.}} = 2971,7 + 10142,9 = 13114,6 \text{ м}^2.$$

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 1000 \cdot 920 = 920000 \text{ кг.}$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

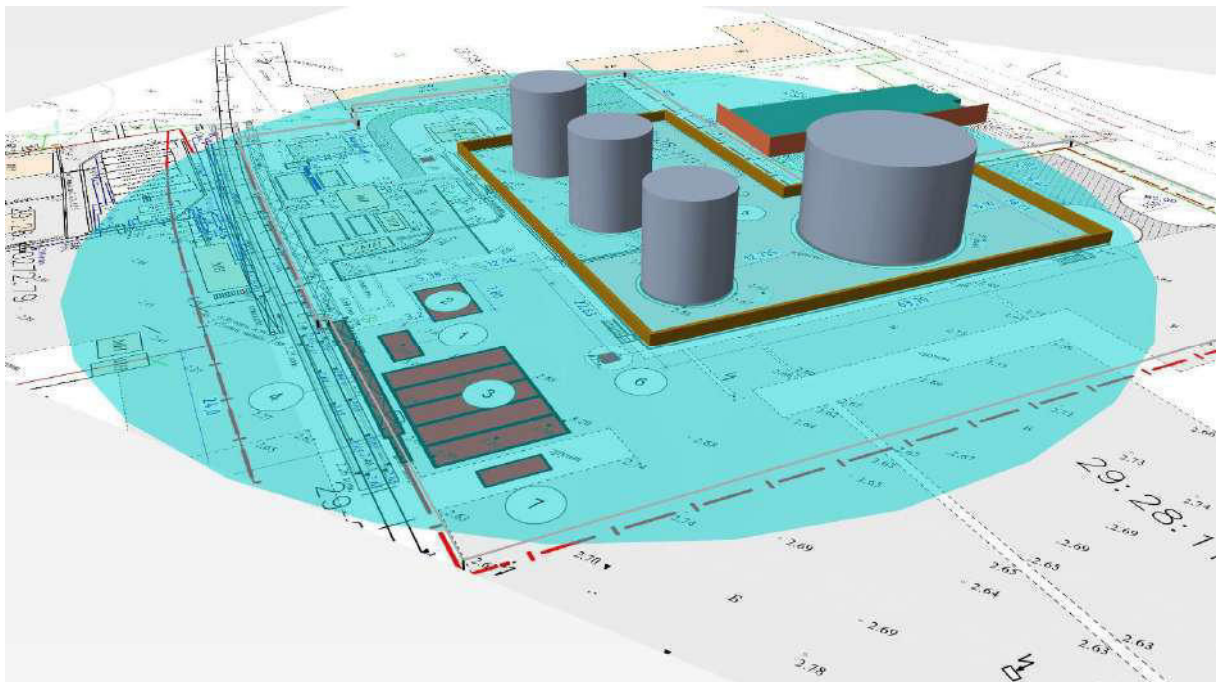
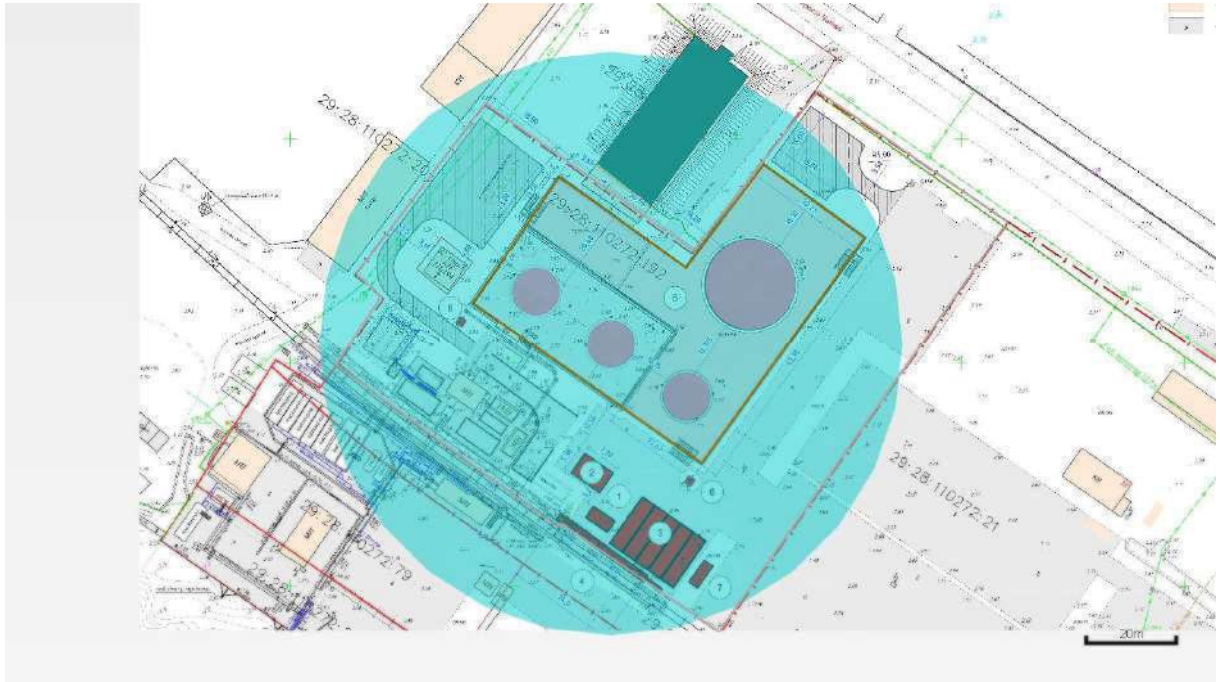
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

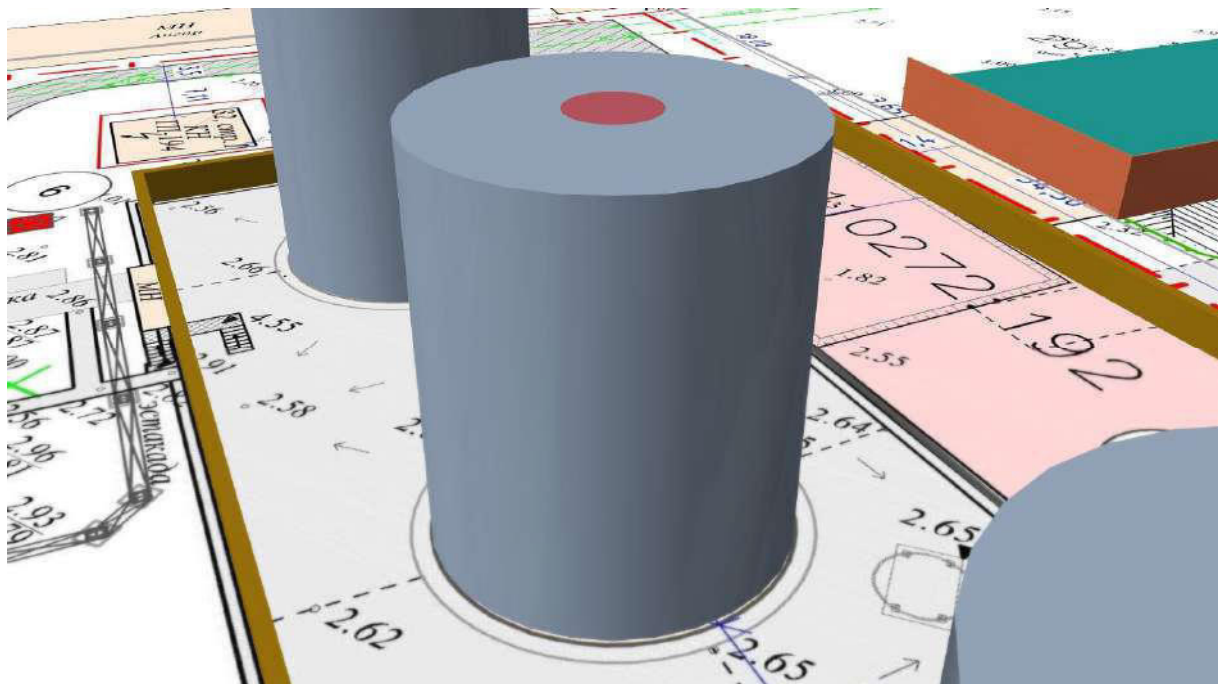
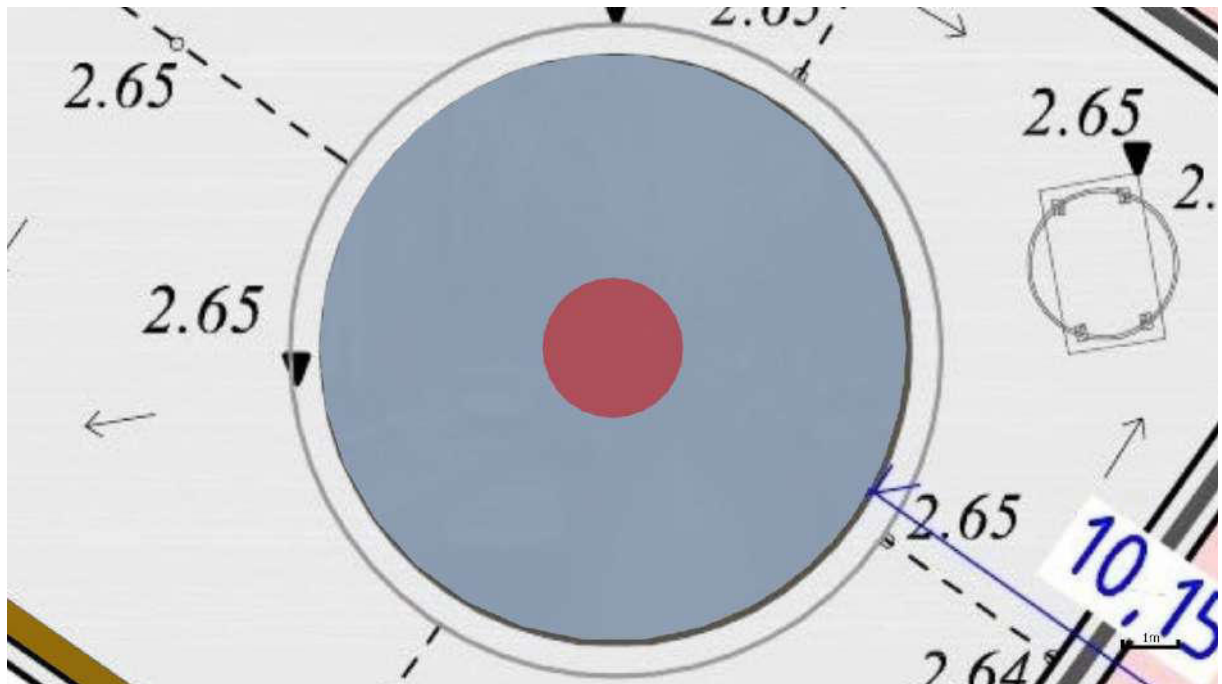
$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 13114,6 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разрушение

4.3.4. Пожар на дыхательной арматуре

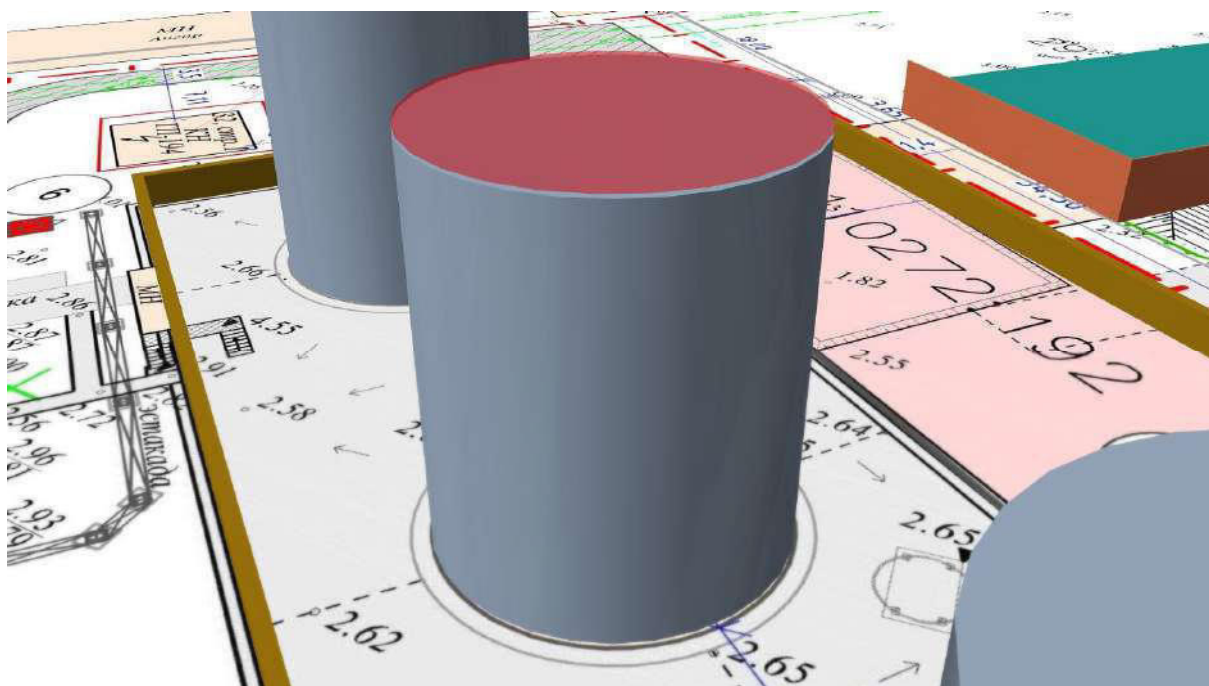
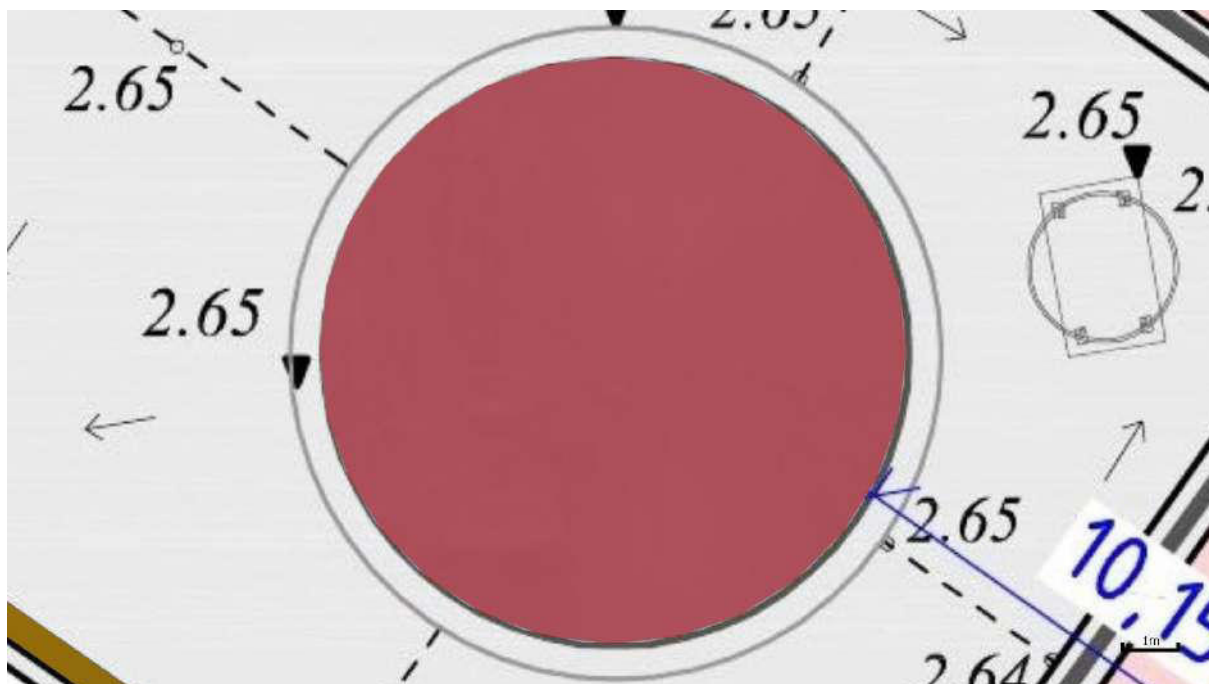
Площадь пожара на дыхательной арматуре принимается равной 5 м².



Площадь пожара

4.3.5. Пожар по всей поверхности

Площадь пожара принимается равной площади резервуара и составляет 86,6 м².



Площадь пожара

4.4. РВС_04

4.4.1. Разгерметизация 25 мм

Частота возникновения: $8,8 \cdot 10^{-5}$ год $^{-1}$.

Объемный расход истечения жидкости:

$$Q_{\text{ж}} = \mu \cdot \pi d^2 / 4 \cdot \sqrt{2gH_{\text{ж}}} = 0,7 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10,5} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости:

$$G_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 920 = 4,537 \text{ кг/с}.$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{\text{ж}} = 0,0049 \cdot 3600 = 0,0049 \cdot 3600 = 17,755 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{п}} = f_{\text{р}} \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 17,755 = 355,1 \text{ м}^2.$$

Поверхность пролива ограничивается обвалованием. Площадь пролива составляет 355,1 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 17,755 \cdot 920 = 16334,4 \text{ кг}.$$

Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 355,1 \cdot 3600 = 0 \text{ кг}.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\Pi} = f_p \cdot V_{\text{ж}} = 20 \cdot 284,076 = 5681,5 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива ограничивается обвалованием и составляет 2971,7 м².

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 284,076 \cdot 920 = 261349,9 \text{ кг.}$$

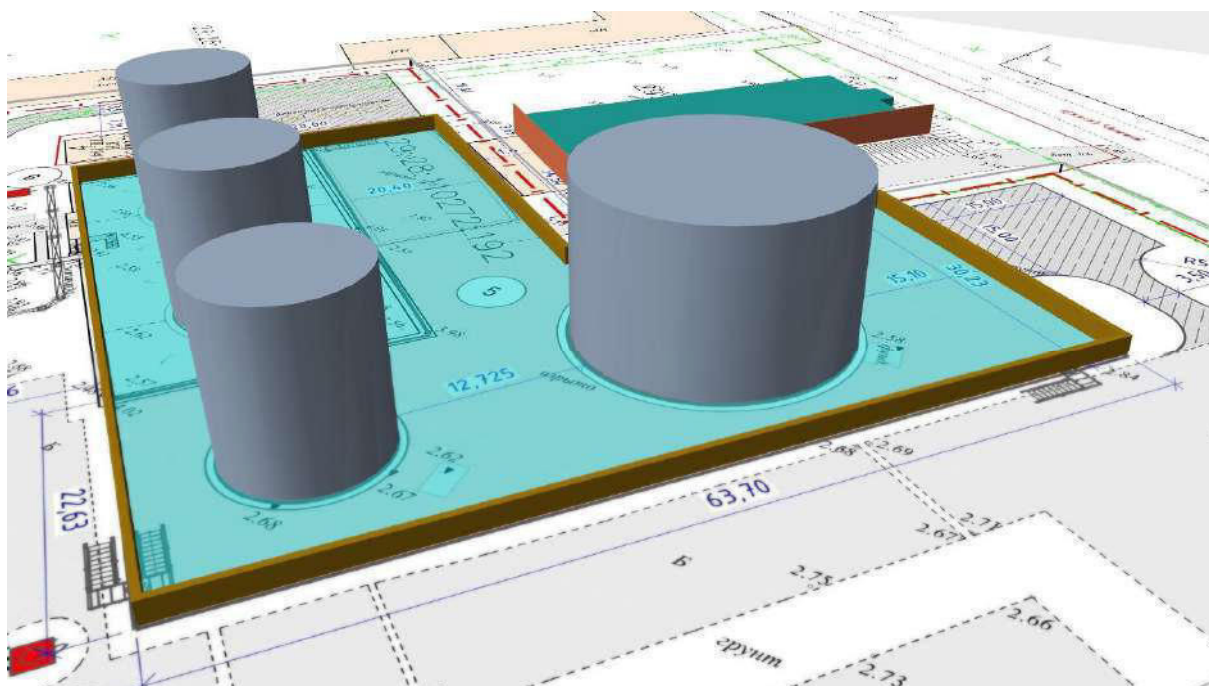
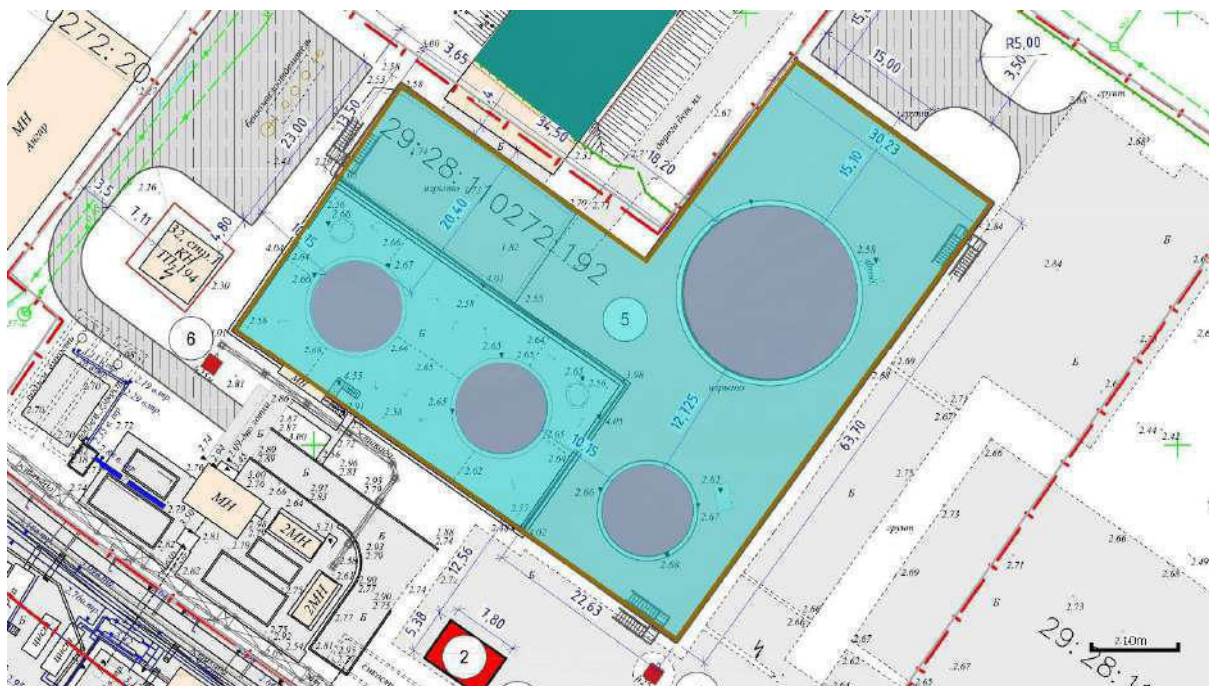
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\Pi} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 2971,7 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разгерметизация 100 мм

4.4.3. Разрушение

Частота возникновения: $5 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Объем вылившейся жидкости принимается равным объему емкости: $V_{\text{ж}} = 1000 \text{ м}^3$.

Имеется обвалование. При высоте столба жидкости 10,5 м и высоте обвалования (ограждения) 1,5 м доля жидкости, перелившейся через обвалование, составит 0,51.

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости:

$$F_{\text{перелив.}} = V_{\text{ж}} \cdot 0,51 \cdot f_p = 1000 \text{ м}^3 \cdot 0,51 \cdot 20 = 10142,9 \text{ м}^2.$$

Площадь пролива составляет сумму площади обвалования и площади перелива:

$$F_{\Pi} = F_{\text{обв.}} + F_{\text{перелив.}} = 2971,7 + 10142,9 = 13114,6 \text{ м}^2.$$

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 1000 \cdot 920 = 920000 \text{ кг.}$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

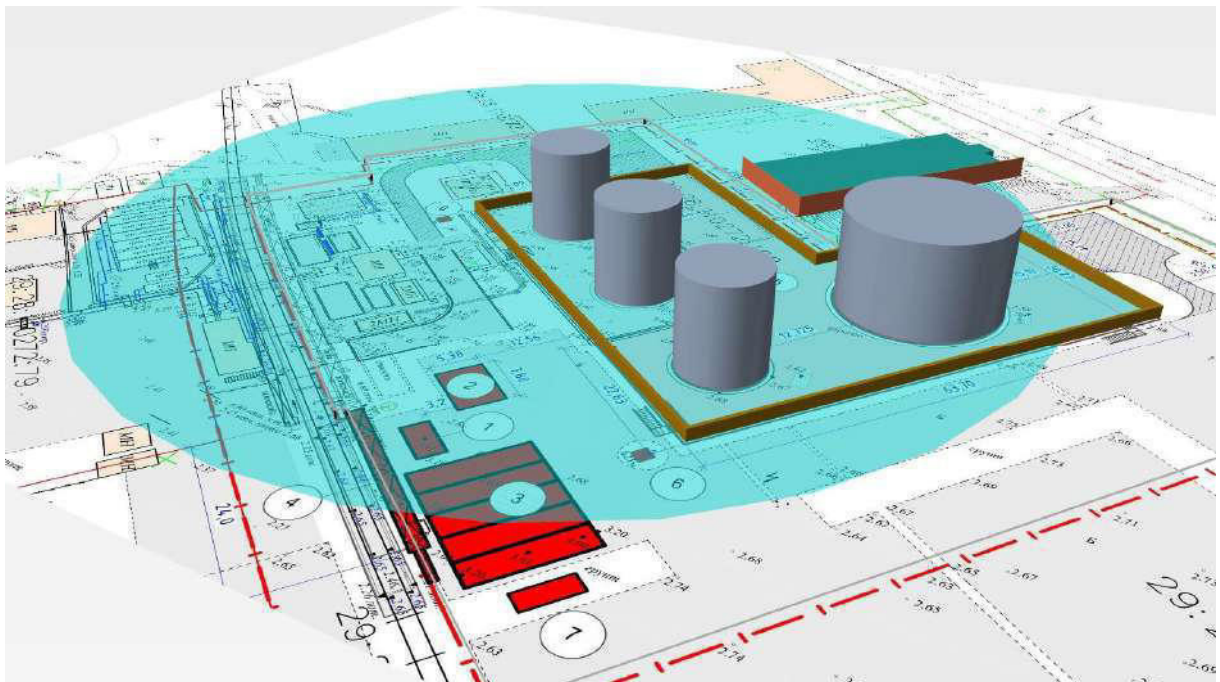
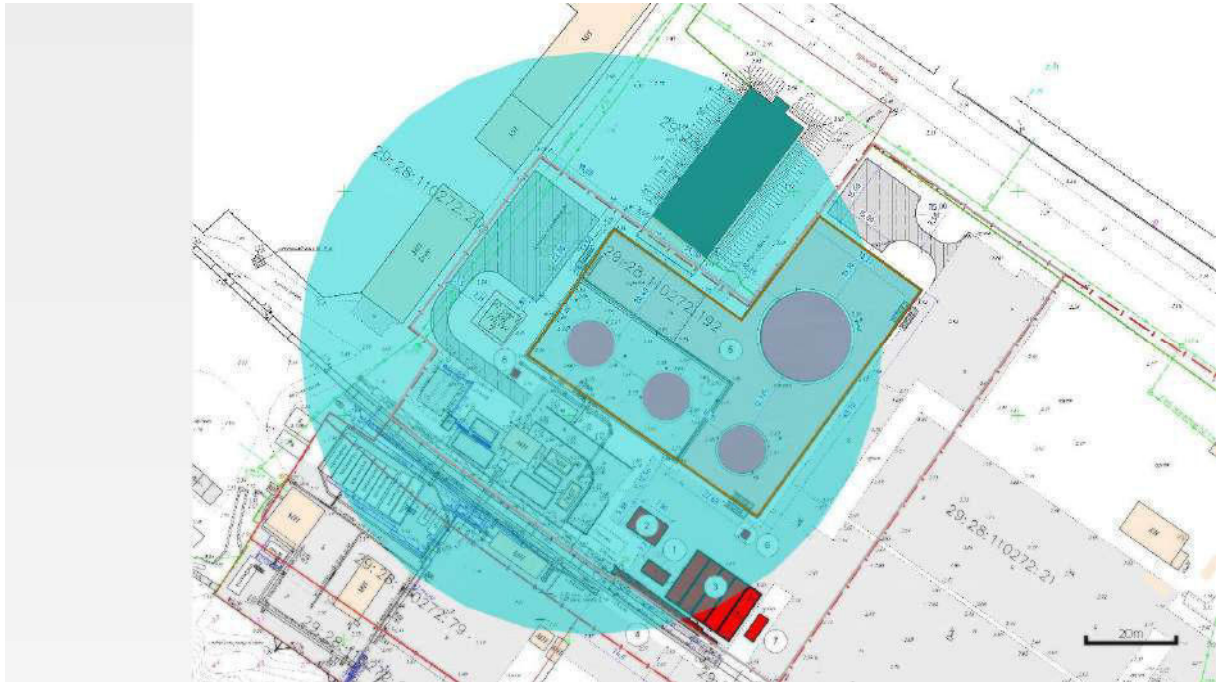
Давление насыщенных паров при температуре 34 °С составляет $P_{\text{н}} = 0$ кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{312,9} \cdot 0 = 1,883 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(с·м}^2\text{)}.$$

Масса образовавшихся паров:

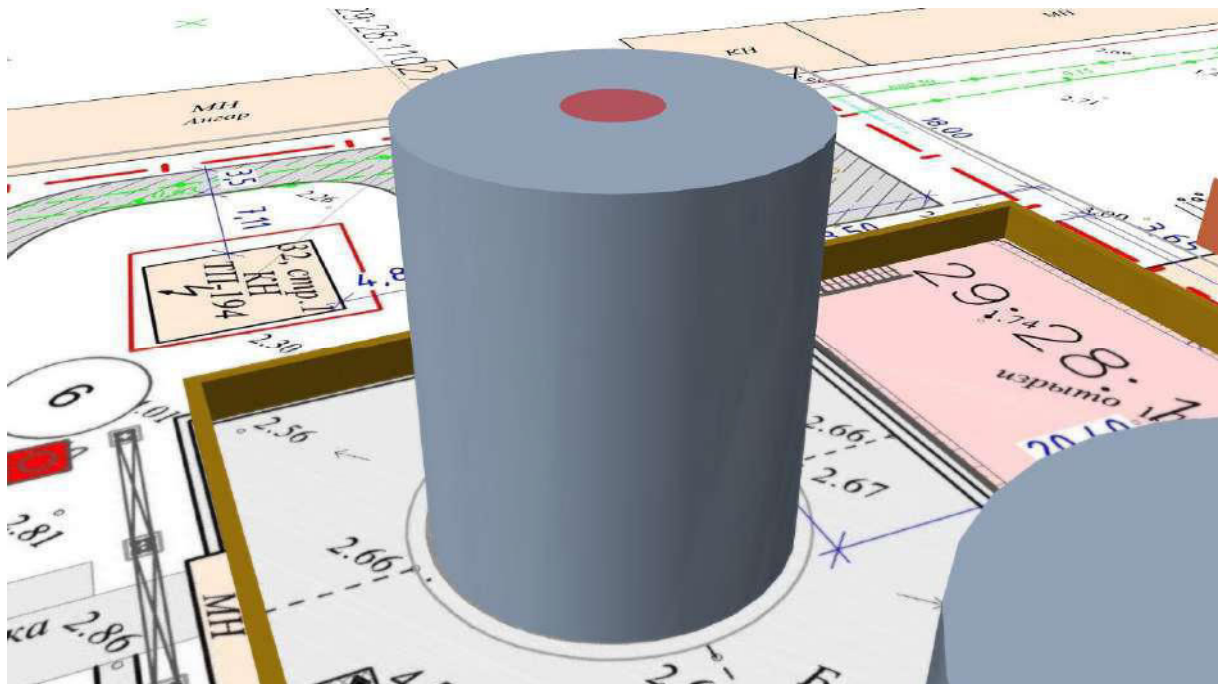
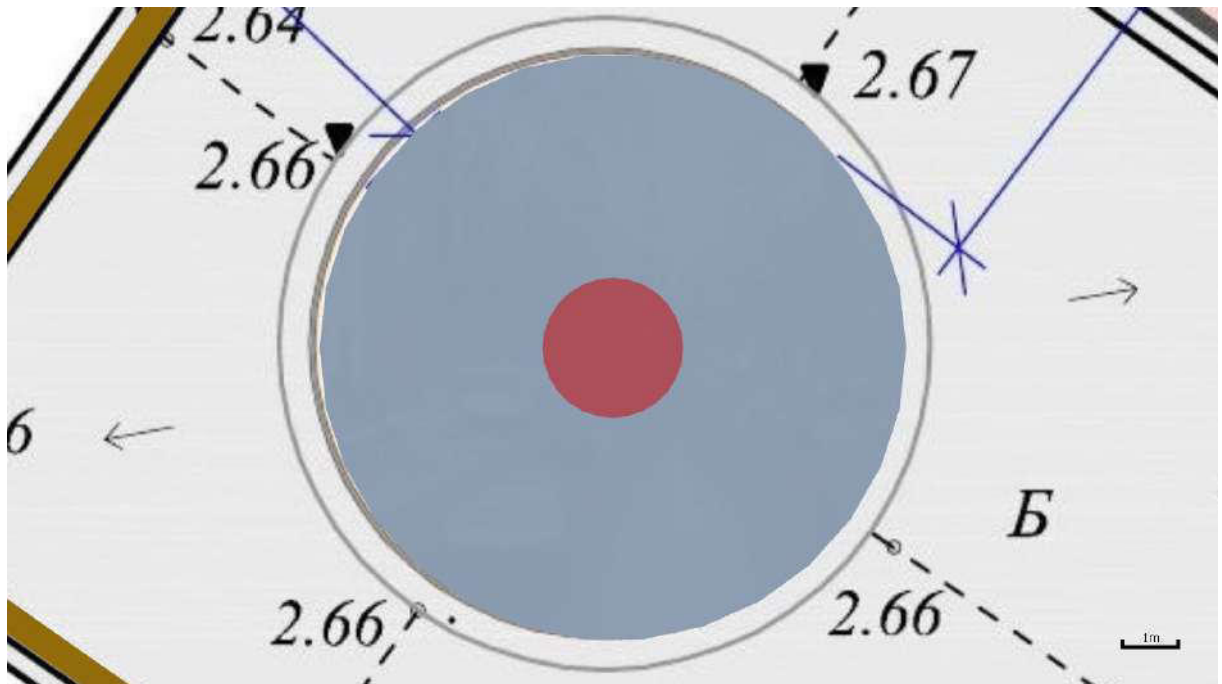
$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{п}} \cdot 3600 = 1,883 \cdot 10^{-10} \cdot 13114,6 \cdot 3600 = 0 \text{ кг.}$$



Разрушение

4.4.4. Пожар на дыхательной арматуре

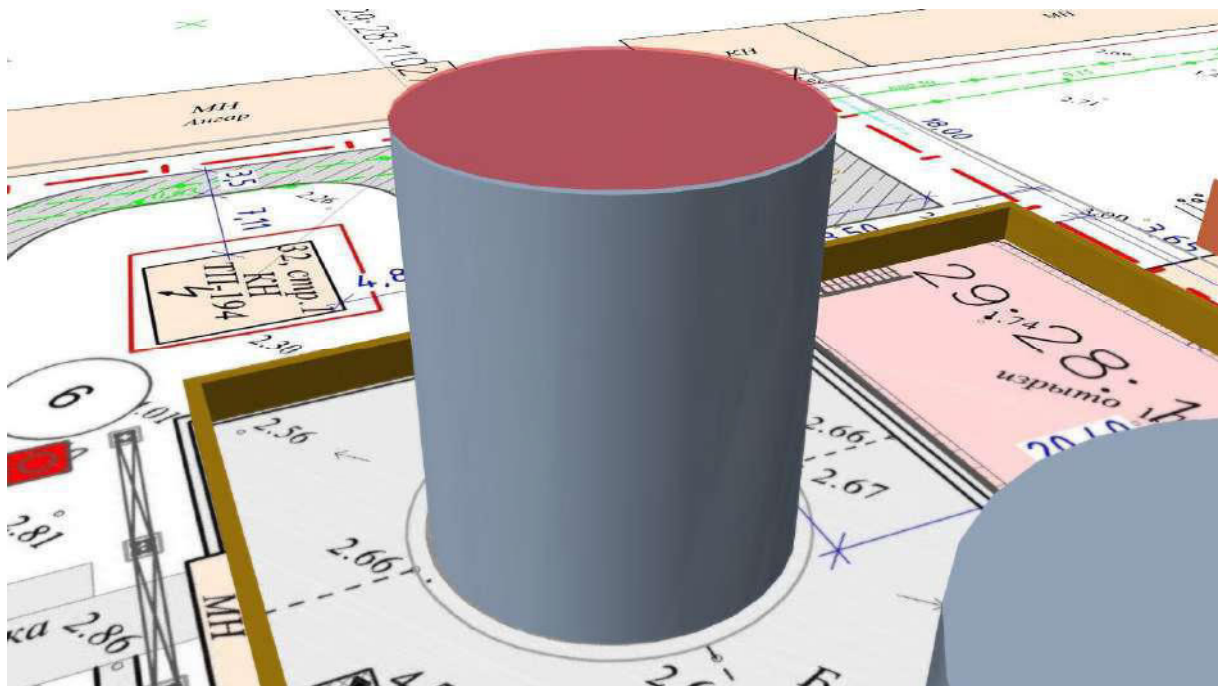
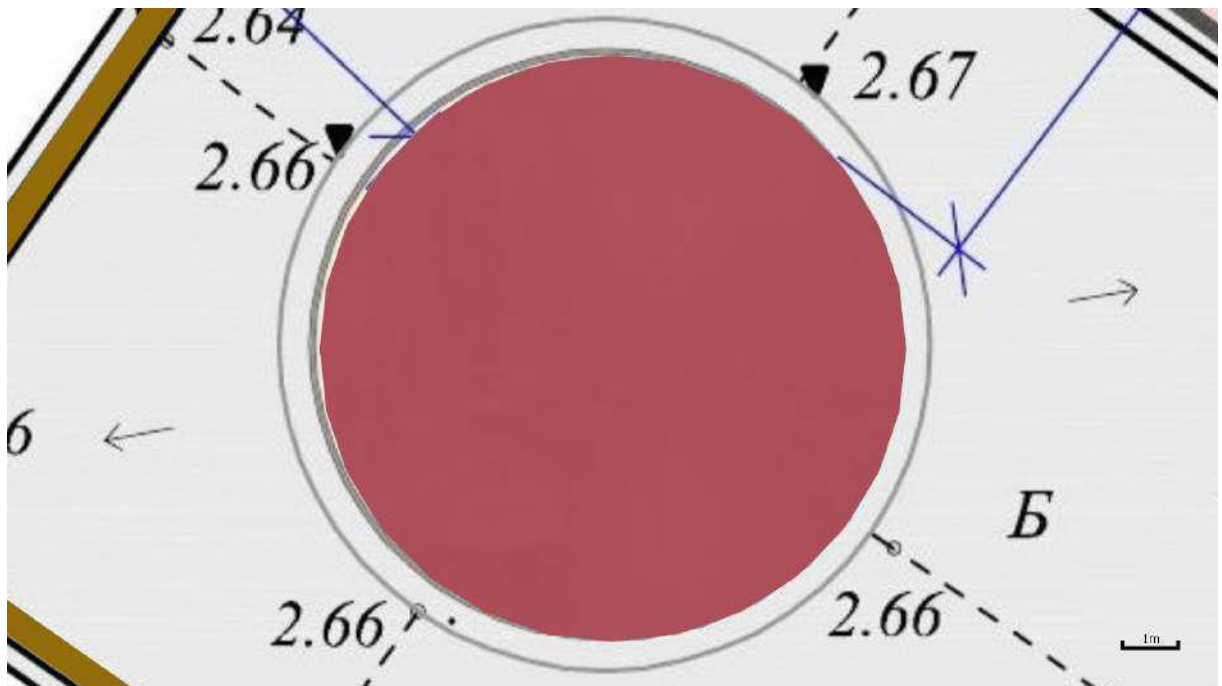
Площадь пожара на дыхательной арматуре принимается равной 5 м².



Площадь пожара

4.4.5. Пожар по всей поверхности

Площадь пожара принимается равной площади резервуара и составляет 86,6 м².



Площадь пожара

5. Построение полей опасных факторов пожара

5.1. РВС_01

5.1.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива (сценарий 1, 2)

Сценарий 1.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,015$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,015 = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 2.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,985 \cdot 0,015 = 0,014775.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,014775 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 5,3 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,61} = 23,6 \text{ м}.$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 5,3 + 0,5 \cdot 21,3 = 15,9 \text{ м}.$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 23,6}{21,3} = 2,22; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 15,9}{21,3} = 1,49; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0} = 3,34; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,22^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0} = 2,27; \end{aligned}$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,49;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,49 \cdot \arctan(0,45) + 1,49 \cdot \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) + \frac{1}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,332. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned} F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ &\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,45} \right) + \frac{0}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] - \right. \\ &\quad \left. - \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \cdot \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) \right\} = \\ &= 0,217. \end{aligned}$$

$$\text{Угловой коэффициент облученности: } F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,332^2 + 0,217^2} = 0,397.$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (15,9 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,996.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned} E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2. \end{aligned}$$

$$\text{Интенсивность теплового излучения: } q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,397 \cdot 0,996 = 11,6 \text{ кВт/м}^2.$$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 18 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

$$\text{Площадь пожара: } F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2.$$

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 4,27.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\cos \theta = u_*^{-0,5} = 4,27^{-0,5} = 0,484;$$

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,484^2} = 0,875.$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,67} \cdot 4,27^{0,21} = 29,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 18 + 0,5 \cdot 21,3 = 28,7 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 29,3}{21,3} = 2,76; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 28,7}{21,3} = 2,7;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7+1) \cdot 0,875} = 1,85;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,76^2 + (2,7-1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7-1) \cdot 0,875} = 1,51;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (2,7^2 - 1) \cdot 0,484^2} = 1,57;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,71 \cdot \arctan(0,68) + 4,71 \cdot \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) + \frac{0,484}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,303.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,68} \right) + \frac{0,875}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) \right\} = \\ = 0,661.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,303^2 + 0,661^2} = 0,727.$

Коэффициент пропускания атмосферы:

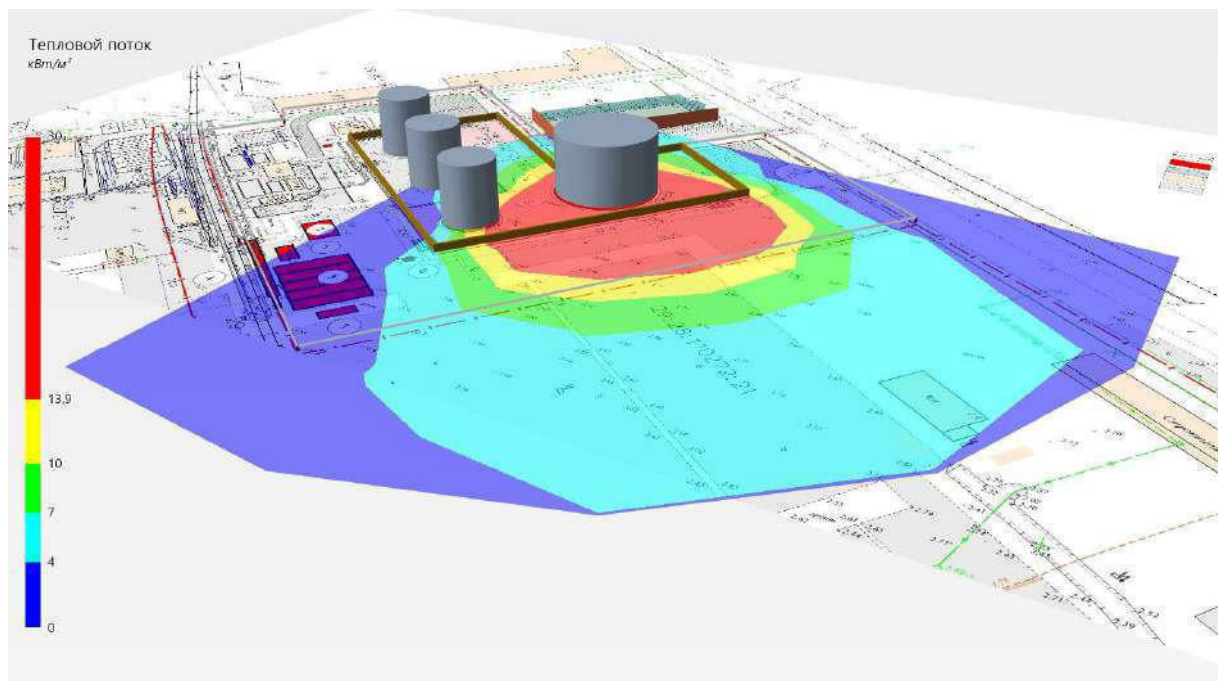
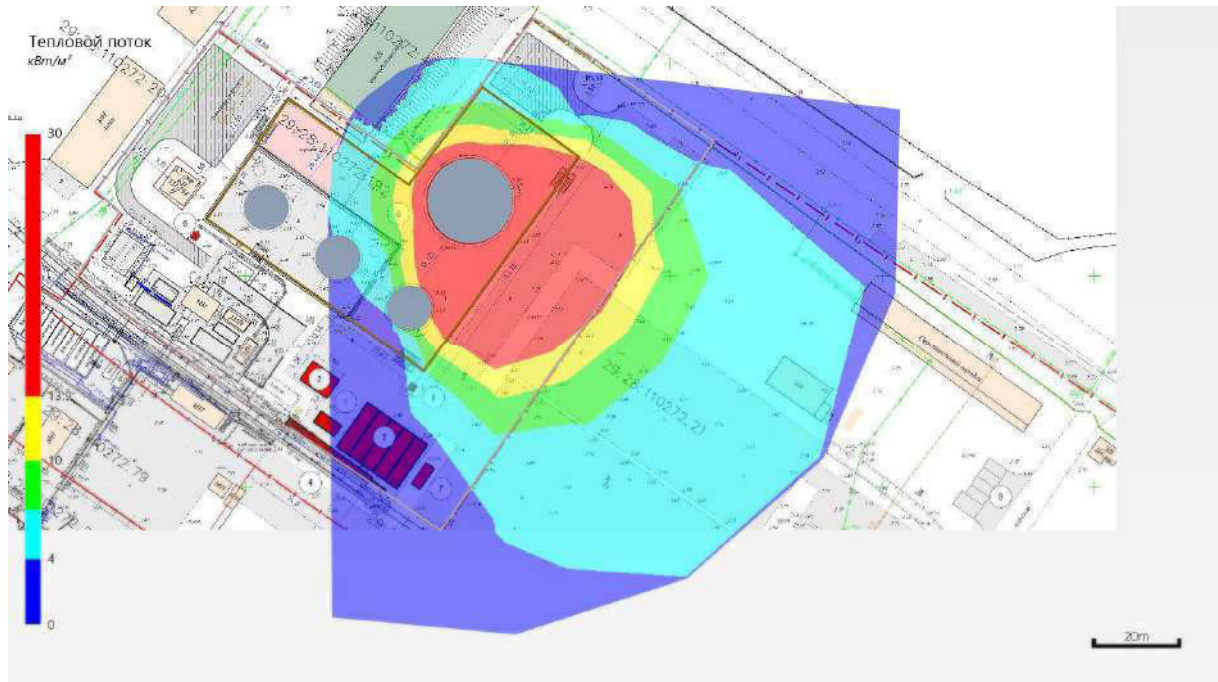
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (28,7 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,987.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned} E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2. \end{aligned}$$

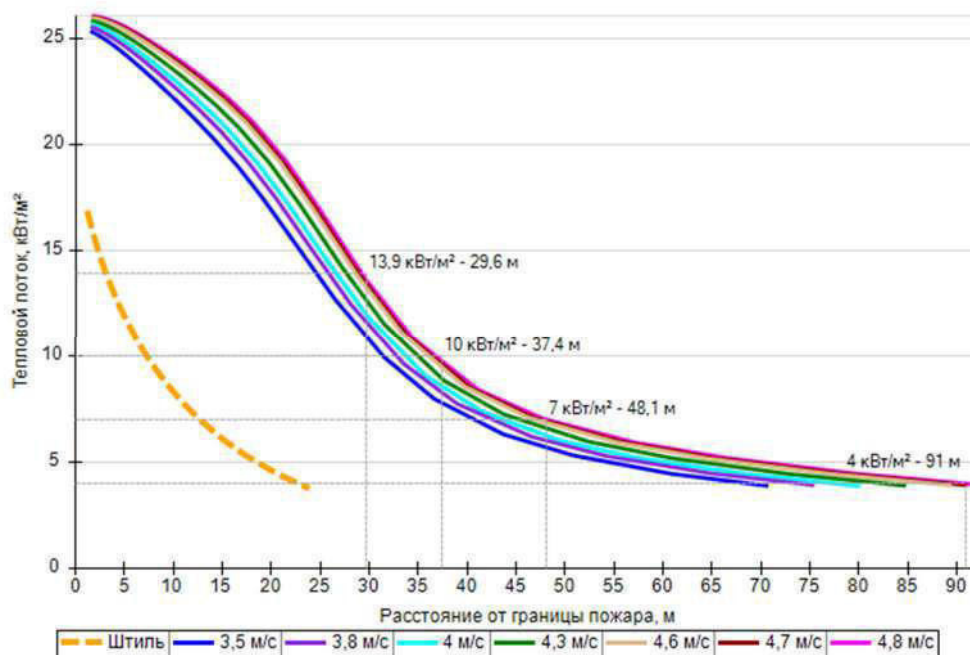
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,727 \cdot 0,987 = 21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.1.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива (сценарий 3, 4)

Сценарий 3.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,04$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04 = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 4.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,96 \cdot 0,042 = 0,04032.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04032 = 4,838 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 8,4 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,61} = 49,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 8,4 + 0,5 \cdot 61,5 = 39,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 49,4}{61,5} = 1,61; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 39,2}{61,5} = 1,27;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} =$$

$$= \sqrt{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27+1) \cdot 0} = 2,78;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} =$$

$$= \sqrt{1,61^2 + (1,27-1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27-1) \cdot 0} = 1,63;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,27^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,27;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} =$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,26 \cdot \arctan(0,35) + 1,26 \cdot \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan\left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63}\right) + \frac{1}{1,27} \cdot \left[\arctan\left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27}\right) + \arctan\left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27}\right) \right] \Bigg\} =$$

$$= 0,39.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right.$$

$$\left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} =$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,35}\right) + \frac{0}{1,27} \cdot \left[\arctan\left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27}\right) + \arctan\left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27}\right) \right] - \right.$$

$$\left. - \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \cdot \arctan\left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63}\right) \right\} =$$

$$= 0,273.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,39^2 + 0,273^2} = 0,476.$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (39,2 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,994.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) =$$

$$= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,476 \cdot 0,994 = 9,51 \text{ кВт/м}^2.$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 22,1 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 3.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 3^{-0,5} = 0,578; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,578^2} = 0,816. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,67} \cdot 3^{0,21} = 55,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 22,1 + 0,5 \cdot 61,5 = 52,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 55,2}{61,5} = 1,79; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 52,9}{61,5} = 1,72; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 + 1) \cdot 0,816} = 1,63; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 - 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 - 1) \cdot 0,816} = 1,28; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,72^2 - 1) \cdot 0,578^2} = 1,29; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,07 \cdot \arctan(0,51) + 4,07 \cdot \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) + \frac{0,578}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,361.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,51} \right) + \frac{0,816}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) \Bigg\} = \\
&= 0,715.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,361^2 + 0,715^2} = 0,801$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

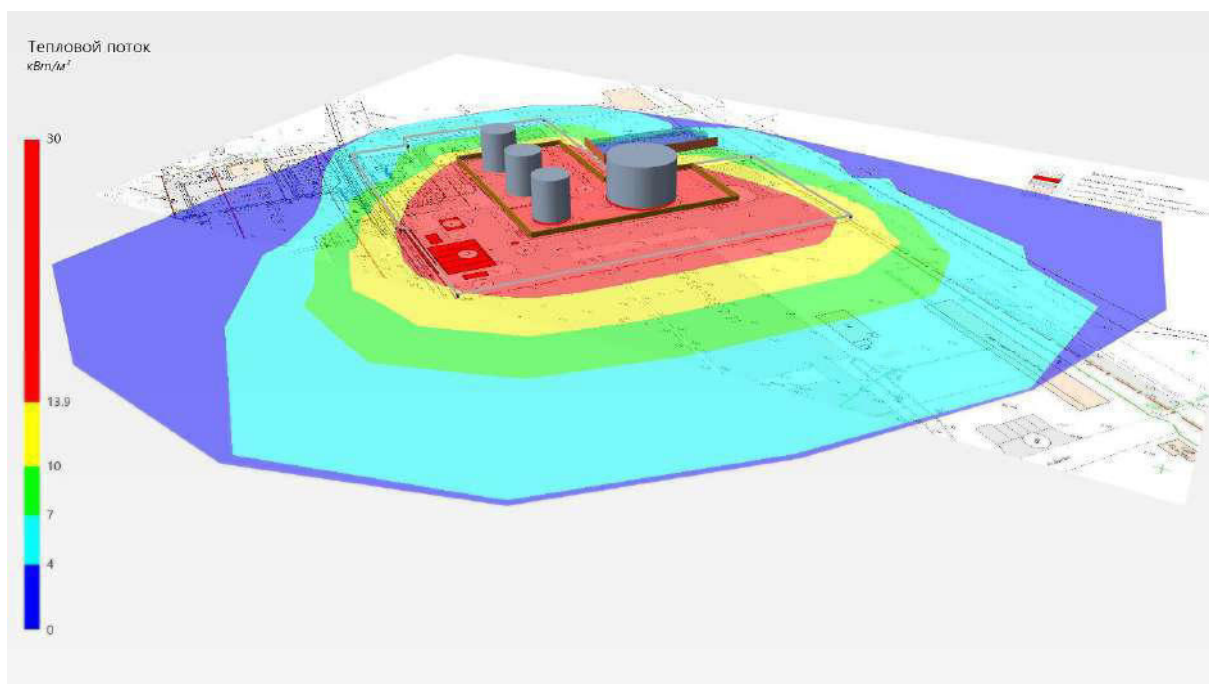
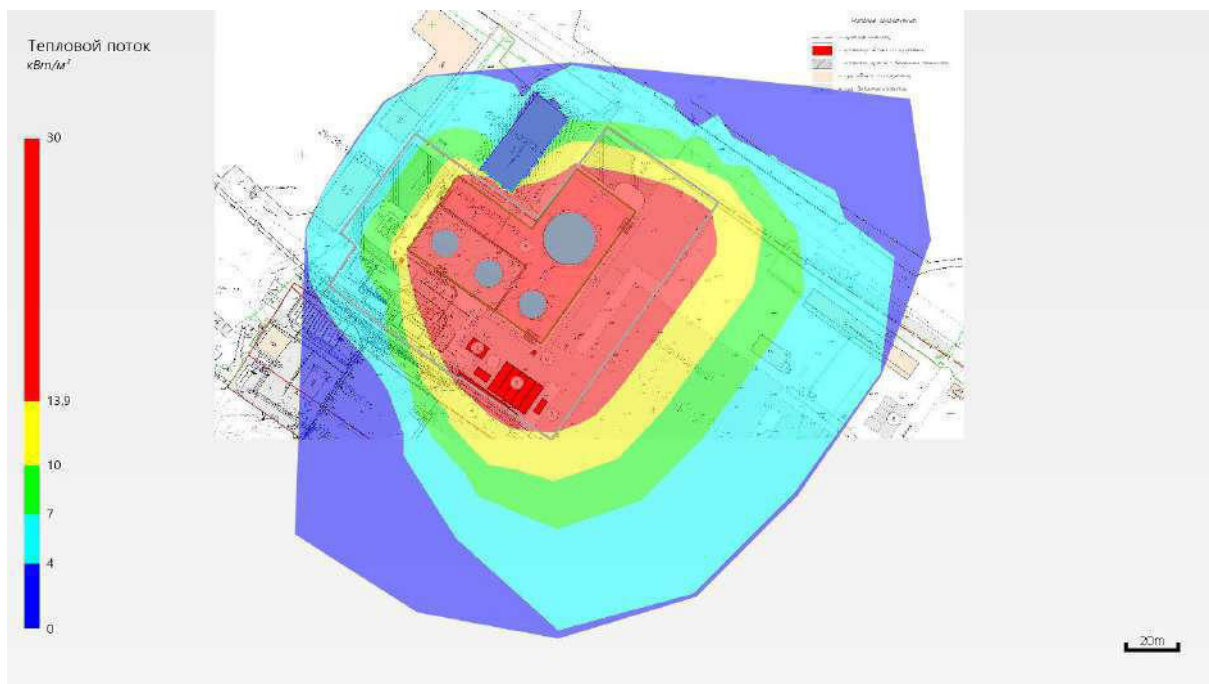
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (52,9 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

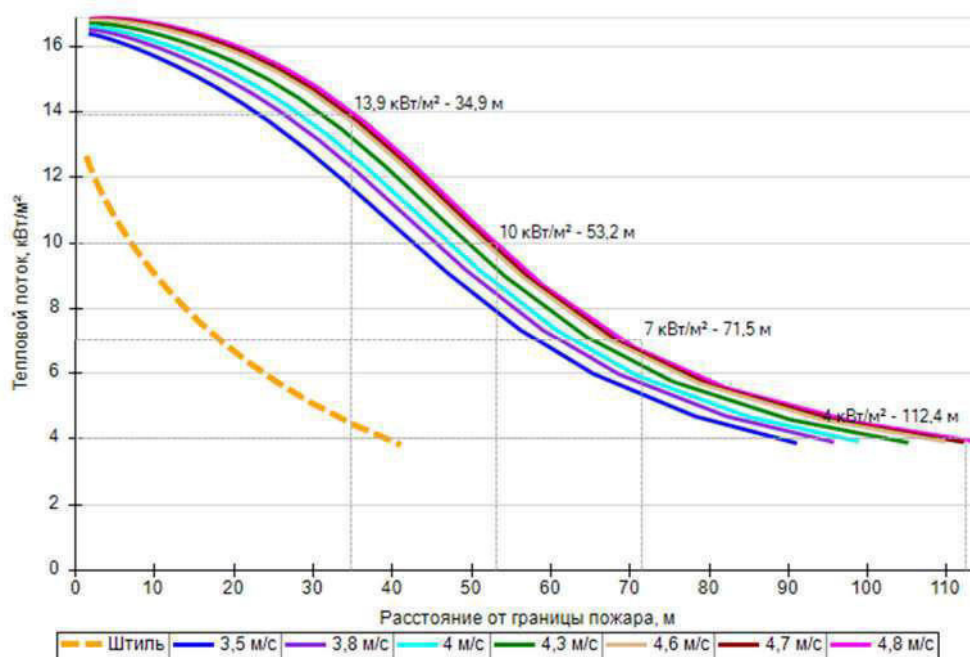
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,801 \cdot 0,985 = 15,83 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.1.3. Разрушение

Пожар пролива (сценарий 5, 6)

Сценарий 5.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,05$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 6.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,95 \cdot 0,061 = 0,05795.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05795 = 2,898 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 20,8 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 33400,3 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33400,3}{\pi}} = 206,2 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 206,2}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 206,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 206,2}} \right)^{0,61} = 114,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 20,8 + 0,5 \cdot 206,2 = 123,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 114,4}{206,2} = 1,11; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 123,9}{206,2} = 1,2;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,11^2 + (1,2+1)^2 - 2 \cdot 1,11 \cdot (1,2+1) \cdot 0} = 2,47;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,11^2 + (1,2-1)^2 - 2 \cdot 1,11 \cdot (1,2-1) \cdot 0} = 1,13;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,2^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,2;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,92 \cdot \arctan(0,3) + 0,92 \cdot \left[\frac{1,11^2 + (1,2+1)^2 - 2 \cdot 1,2 \cdot (1 + 1,11 \cdot 0)}{2,47 \cdot 1,13} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,47 \cdot 0,3}{1,13} \right) + \frac{1}{1,2} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,11 \cdot 1,2 - 0,67^2 \cdot 0}{0,67 \cdot 1,2} \right) + \arctan \left(\frac{0,67^2 \cdot 0}{0,67 \cdot 1,2} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,414.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,3} \right) + \frac{0}{1,2} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,11 \cdot 1,2 - 0,67^2 \cdot 0}{0,67 \cdot 1,2} \right) + \arctan \left(\frac{0,67^2 \cdot 0}{0,67 \cdot 1,2} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,11^2 + (1,2+1)^2 - 2 \cdot 1,2 \cdot (1 + 1,11 \cdot 0)}{2,47 \cdot 1,13} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,47 \cdot 0,3}{1,13} \right) \right\} = \\ = 0,294.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,414^2 + 0,294^2} = 0,508$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (123,9 - 0,5 \cdot 206,2)) = 0,986.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 206,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 206,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,508 \cdot 0,986 = 10,01 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 39 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 33400,3 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33400,3}{\pi}} = 206,2 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 206,2}{6,314}}} = 2.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 2^{-0,5} = 0,706; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,706^2} = 0,708. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 206,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 206,2}} \right)^{0,67} \cdot 2^{0,21} = 113,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 39 + 0,5 \cdot 206,2 = 142,1 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 113,3}{206,2} = 1,1; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 142,1}{206,2} = 1,38; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,1^2 + (1,38 + 1)^2 - 2 \cdot 1,1 \cdot (1,38 + 1) \cdot 0,708} = 1,78; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,1^2 + (1,38 - 1)^2 - 2 \cdot 1,1 \cdot (1,38 - 1) \cdot 0,708} = 0,87; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,38^2 - 1) \cdot 0,706^2} = 1,2; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,29 \cdot \arctan(0,4) + 1,29 \cdot \left[\frac{1,1^2 + (1,38 + 1)^2 - 2 \cdot 1,38 \cdot (1 + 1,1 \cdot 0,708)}{1,78 \cdot 0,87} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,78 \cdot 0,4}{0,87} \right) + \frac{0,706}{1,2} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,1 \cdot 1,38 - 0,95^2 \cdot 0,708}{0,95 \cdot 1,2} \right) + \arctan \left(\frac{0,95^2 \cdot 0,708}{0,95 \cdot 1,2} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,416.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,4} \right) + \frac{0,708}{1,2} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,1 \cdot 1,38 - 0,95^2 \cdot 0,708}{0,95 \cdot 1,2} \right) + \arctan \left(\frac{0,95^2 \cdot 0,708}{0,95 \cdot 1,2} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{1,1^2 + (1,38 + 1)^2 - 2 \cdot 1,38 \cdot (1 + 1,1 \cdot 0,708)}{1,78 \cdot 0,87} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,78 \cdot 0,4}{0,87} \right) \right\} = \\
&= 0,623.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,416^2 + 0,623^2} = 0,749$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

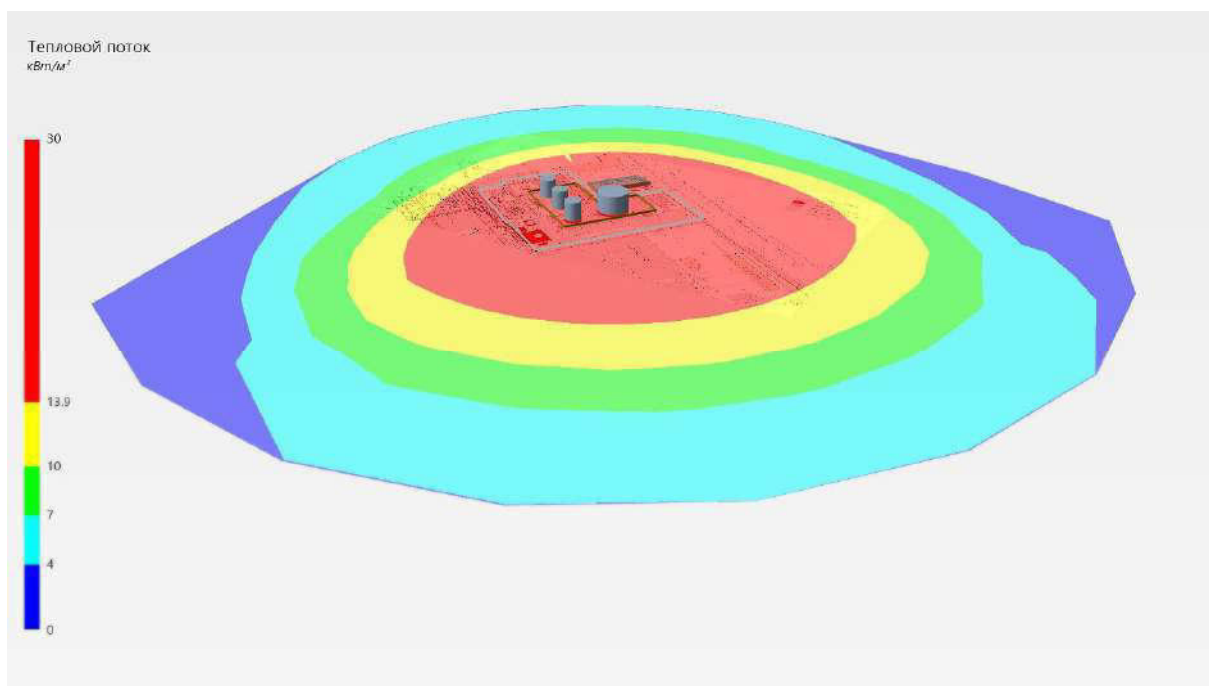
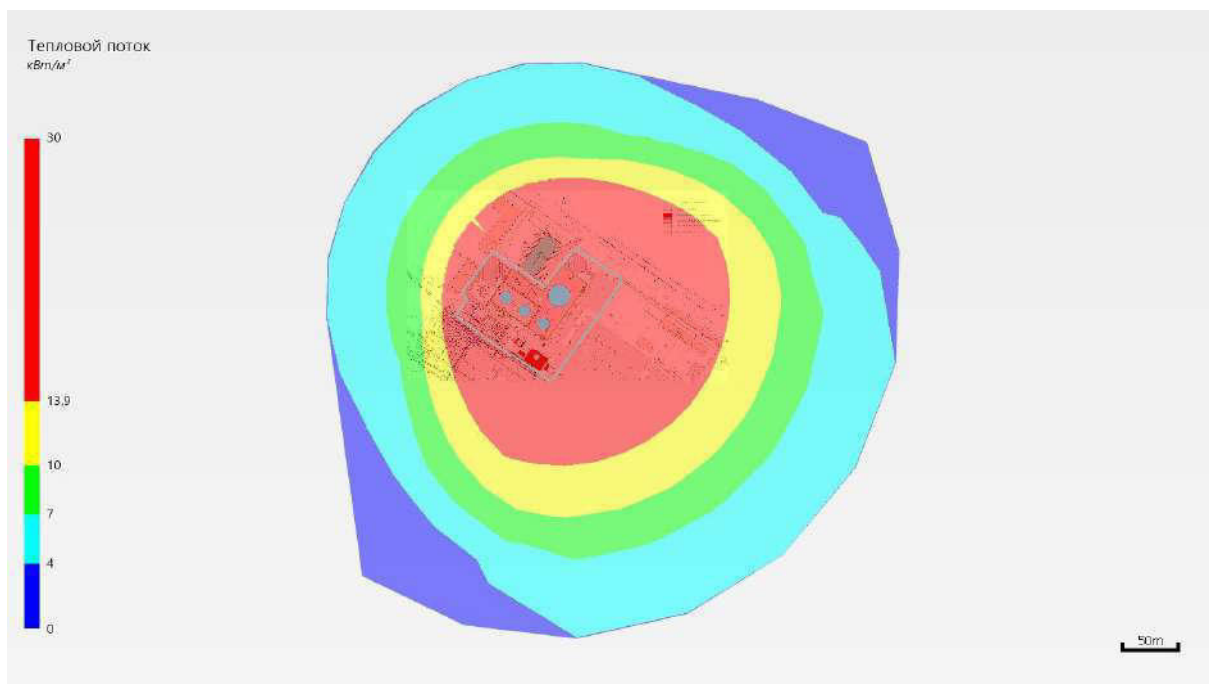
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (142,1 - 0,5 \cdot 206,2)) = 0,973.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 206,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 206,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

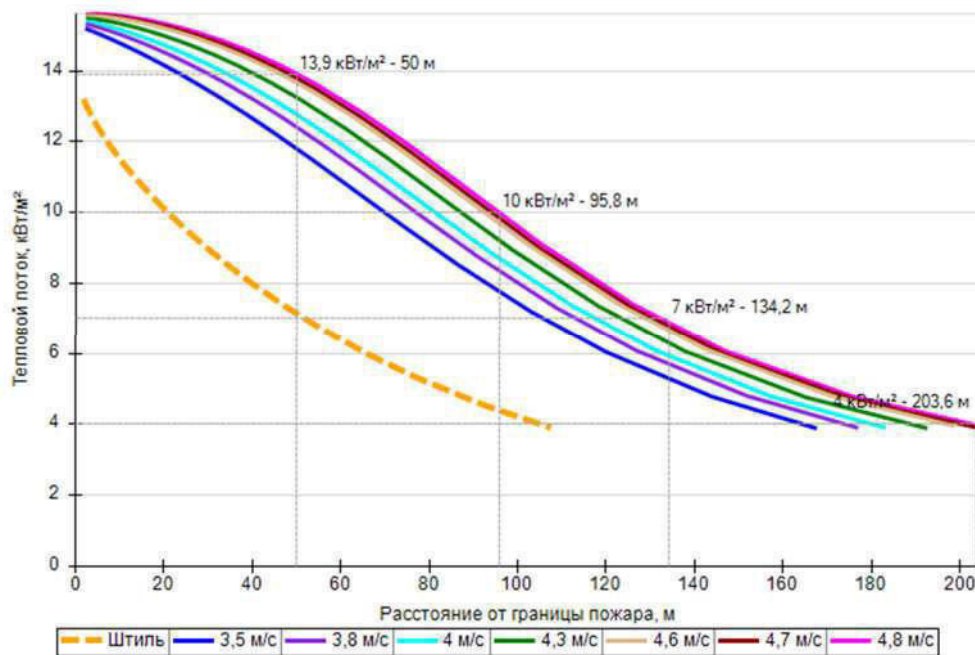
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,749 \cdot 0,973 = 14,58 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.1.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре (сценарий 7)

Частота возникновения: $Q = Q_{\text{ав.с.}} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 2,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,61} = 5,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 2,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 4 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 5,4}{2,5} = 4,25; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 4}{2,5} = 3,18;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18+1) \cdot 0} = 5,96; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18-1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18-1) \cdot 0} = 4,78; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (3,18^2 - 1) \cdot 1^2} = 3,18;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,34 \cdot \arctan(0,72) + 1,34 \cdot \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) + \frac{1}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,149.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,72}\right) + \frac{0}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \cdot \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,078.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,149^2 + 0,078^2} = 0,168$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (4 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,998.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,168 \cdot 0,998 = 18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 15,7 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 8,68.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 8,68^{-0,5} = 0,339; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,339^2} = 0,941. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,67} \cdot 8,68^{0,21} = 8,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 15,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 17 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 8,2}{2,5} = 6,54; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 17}{2,5} = 13,45; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 + 1) \cdot 0,941} = 8,6; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45 - 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 - 1) \cdot 0,941} = 6,68; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (13,45^2 - 1) \cdot 0,339^2} = 4,66; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,3 \cdot \arctan(0,93) + 0,3 \cdot \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68} \right) + \frac{0,339}{4,66} \cdot \left[\arctan \left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) + \arctan \left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,022. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,93}\right) + \frac{0,941}{4,66} \cdot \left[\arctan\left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) + \arctan\left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \cdot \arctan\left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68}\right) \right\} = \\ = 0,163.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,022^2 + 0,163^2} = 0,164$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

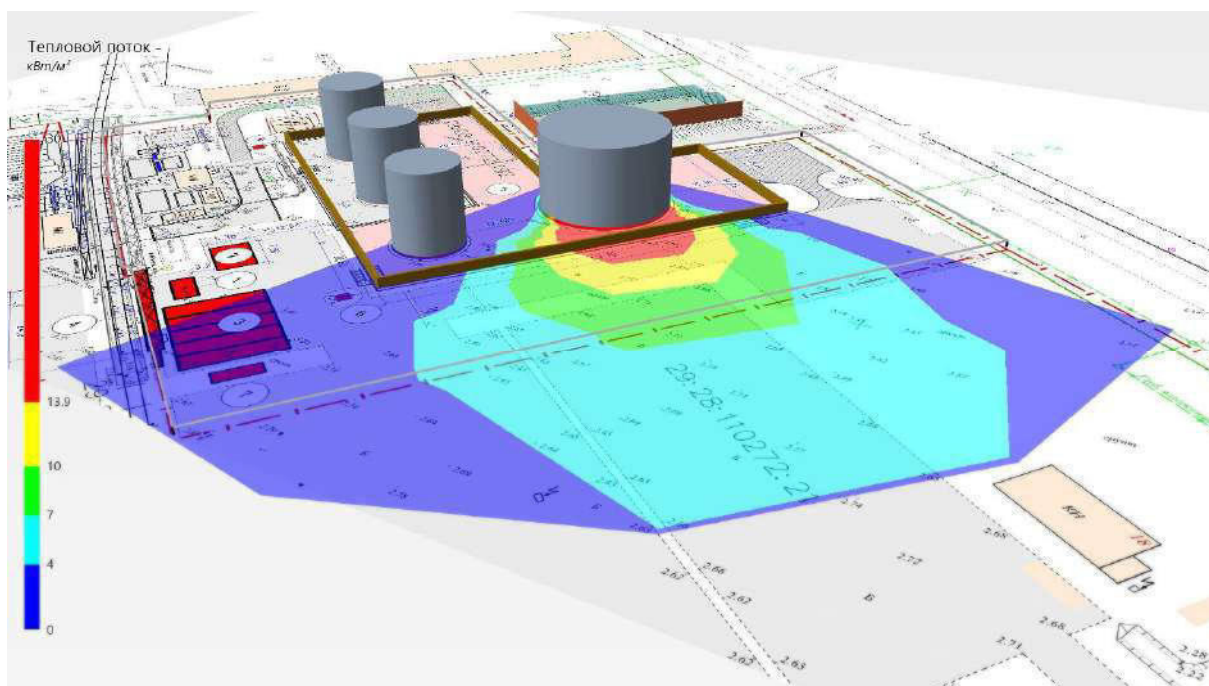
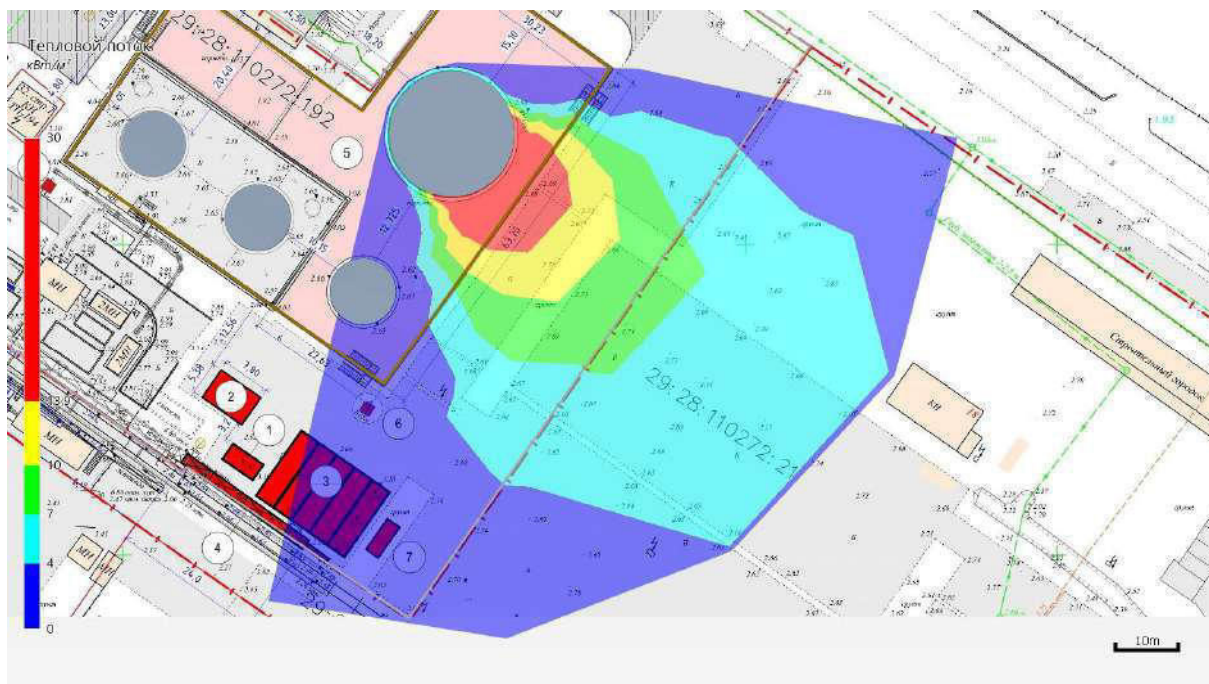
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (17 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,989.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.$$

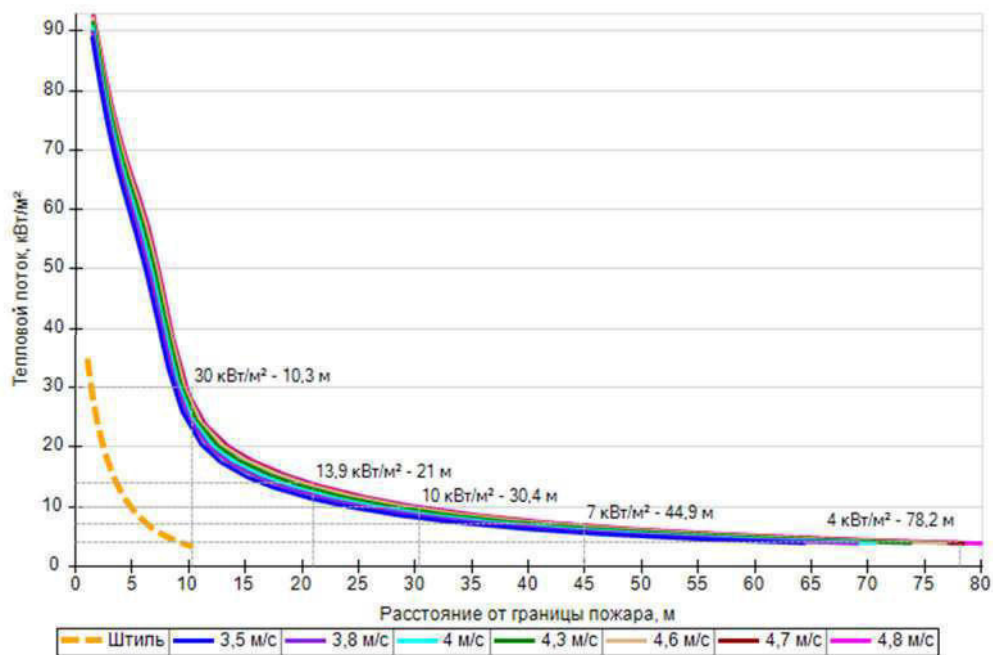
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,164 \cdot 0,989 = 17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.1.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности (сценарий 8)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 5,3 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 314,2 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 314,2}{\pi}} = 20 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 20}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 20 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 20}} \right)^{0,61} = 22,6 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 5,3 + 0,5 \cdot 20 = 15,3 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 22,6}{20} = 2,26; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 15,3}{20} = 1,53;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,26^2 + (1,53+1)^2 - 2 \cdot 2,26 \cdot (1,53+1) \cdot 0} = 3,39; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,26^2 + (1,53-1)^2 - 2 \cdot 2,26 \cdot (1,53-1) \cdot 0} = 2,32; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,53^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,53;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,48 \cdot \arctan(0,46) + 1,48 \cdot \left[\frac{2,26^2 + (1,53+1)^2 - 2 \cdot 1,53 \cdot (1 + 2,26 \cdot 0)}{3,39 \cdot 2,32} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{3,39 \cdot 0,46}{2,32}\right) + \frac{1}{1,53} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,26 \cdot 1,53 - 1,15^2 \cdot 0}{1,15 \cdot 1,53}\right) + \arctan\left(\frac{1,15^2 \cdot 0}{1,15 \cdot 1,53}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,325.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,46}\right) + \frac{0}{1,53} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,26 \cdot 1,53 - 1,15^2 \cdot 0}{1,15 \cdot 1,53}\right) + \arctan\left(\frac{1,15^2 \cdot 0}{1,15 \cdot 1,53}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{2,26^2 + (1,53+1)^2 - 2 \cdot 1,53 \cdot (1 + 2,26 \cdot 0)}{3,39 \cdot 2,32} \right] \cdot \arctan\left(\frac{3,39 \cdot 0,46}{2,32}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,211.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,325^2 + 0,211^2} = 0,387$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (15,3 - 0,5 \cdot 20)) = 0,996.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 20} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 20}) = 30,9 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 30,9 \cdot 0,387 \cdot 0,996 = 11,92 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 18,6 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 314,2 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 314,2}{\pi}} = 20 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 20}{6,314}}} = 4,36.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\cos \theta = u_*^{-0,5} = 4,36^{-0,5} = 0,479;$$

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,479^2} = 0,878.$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 20 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 20}} \right)^{0,67} \cdot 4,36^{0,21} = 28,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 18,6 + 0,5 \cdot 20 = 28,6 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 28,3}{20} = 2,83; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 28,6}{20} = 2,86;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin \theta} =$$

$$= \sqrt{2,83^2 + (2,86+1)^2 - 2 \cdot 2,83 \cdot (2,86+1) \cdot 0,878} = 1,93;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin \theta} =$$

$$= \sqrt{2,83^2 + (2,86-1)^2 - 2 \cdot 2,83 \cdot (2,86-1) \cdot 0,878} = 1,49;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (2,86^2 - 1) \cdot 0,479^2} = 1,63;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} =$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -3,56 \cdot \arctan(0,69) + 3,56 \cdot \left[\frac{2,83^2 + (2,86+1)^2 - 2 \cdot 2,86 \cdot (1 + 2,83 \cdot 0,878)}{1,93 \cdot 1,49} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan \left(\frac{1,93 \cdot 0,69}{1,49} \right) + \frac{0,479}{1,63} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,83 \cdot 2,86 - 2,68^2 \cdot 0,878}{2,68 \cdot 1,63} \right) + \arctan \left(\frac{2,68^2 \cdot 0,878}{2,68 \cdot 1,63} \right) \right] \Bigg\} =$$

$$= 0,299.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,69}\right) + \frac{0,878}{1,63} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,83 \cdot 2,86 - 2,68^2 \cdot 0,878}{2,68 \cdot 1,63}\right) + \arctan\left(\frac{2,68^2 \cdot 0,878}{2,68 \cdot 1,63}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{2,83^2 + (2,86+1)^2 - 2 \cdot 2,86 \cdot (1 + 2,83 \cdot 0,878)}{1,93 \cdot 1,49} \right] \cdot \arctan\left(\frac{1,93 \cdot 0,69}{1,49}\right) \right\} = \\
&= 0,637.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,299^2 + 0,637^2} = 0,704$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

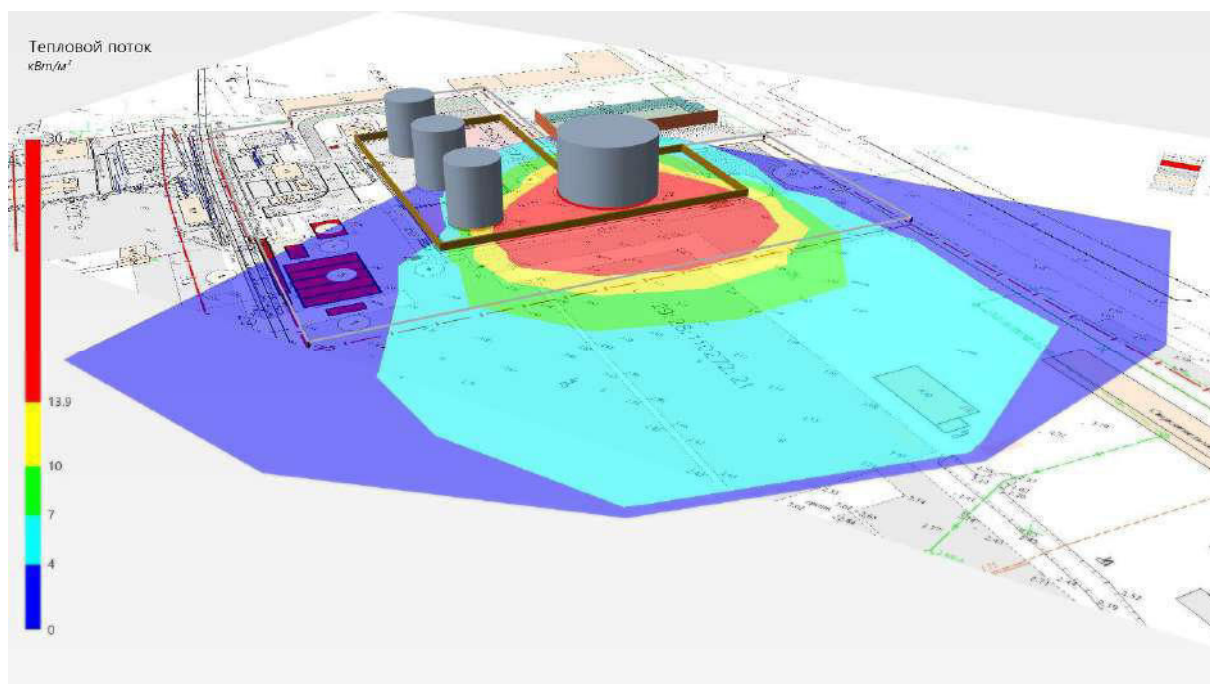
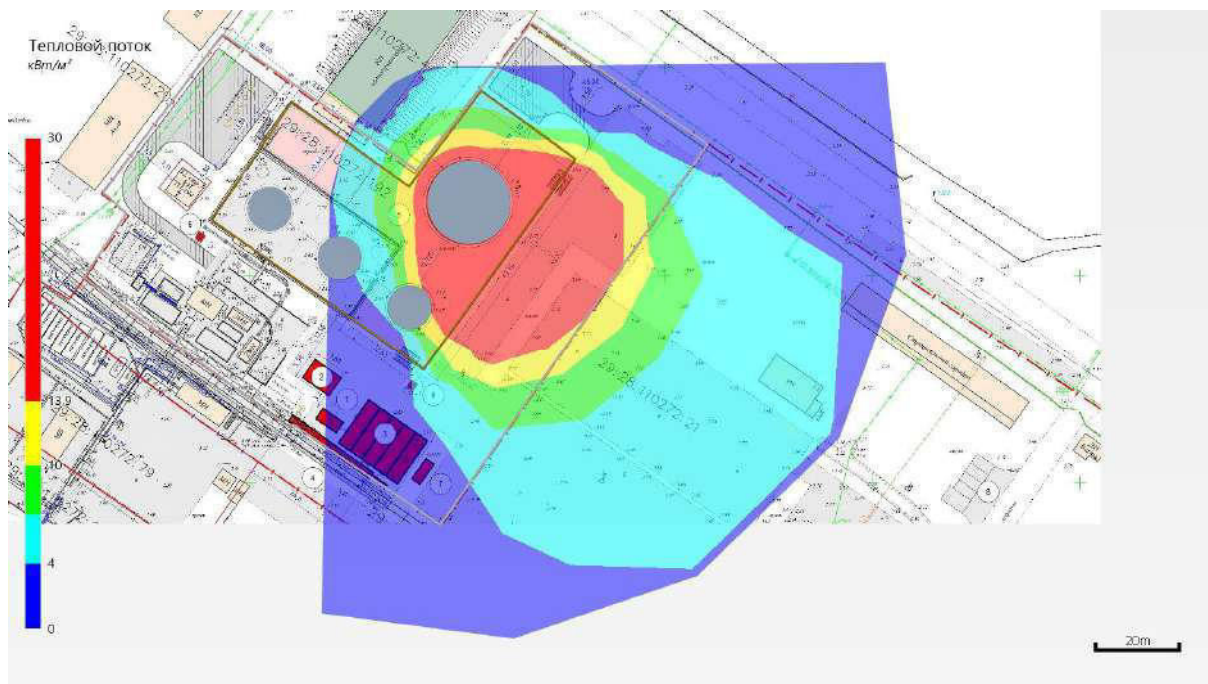
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (28,6 - 0,5 \cdot 20)) = 0,987.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 20} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 20}) = 30,9 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

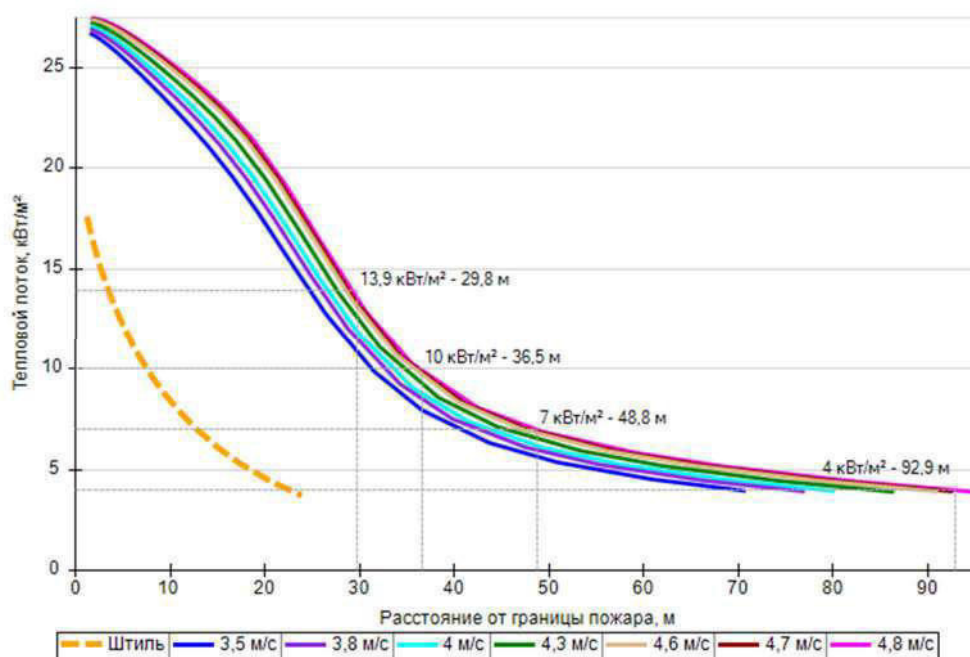
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 30,9 \cdot 0,704 \cdot 0,987 = 21,46 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.2. PBC_02

5.2.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива (сценарий 9, 10)

Сценарий 9.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,015$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,015 = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 10.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,985 \cdot 0,015 = 0,014775.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,014775 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 5,3 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,61} = 23,6 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 5,3 + 0,5 \cdot 21,3 = 15,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 23,6}{21,3} = 2,22; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 15,9}{21,3} = 1,49;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0} = 3,34;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0} = 2,27;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,49;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,49 \cdot \arctan(0,45) + 1,49 \cdot \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) + \frac{1}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,332.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,45} \right) + \frac{0}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \cdot \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) \right\} = \\ = 0,217.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,332^2 + 0,217^2} = 0,397$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (15,9 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,996.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,397 \cdot 0,996 = 11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 18 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 4,27.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned}\cos\theta &= u_*^{-0,5} = 4,27^{-0,5} = 0,484; \\ \sin\theta &= \sqrt{1 - \cos^2\theta} = \sqrt{1 - 0,484^2} = 0,875.\end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,67} \cdot 4,27^{0,21} = 29,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 18 + 0,5 \cdot 21,3 = 28,7 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned}a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 29,3}{21,3} = 2,76; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 28,7}{21,3} = 2,7; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7+1) \cdot 0,875} = 1,85; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7-1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7-1) \cdot 0,875} = 1,51; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (2,7^2 - 1) \cdot 0,484^2} = 1,57;\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,71 \cdot \arctan(0,68) + 4,71 \cdot \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) + \frac{0,484}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,303.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,68} \right) + \frac{0,875}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) \right\} = \\
&= 0,661.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,303^2 + 0,661^2} = 0,727$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

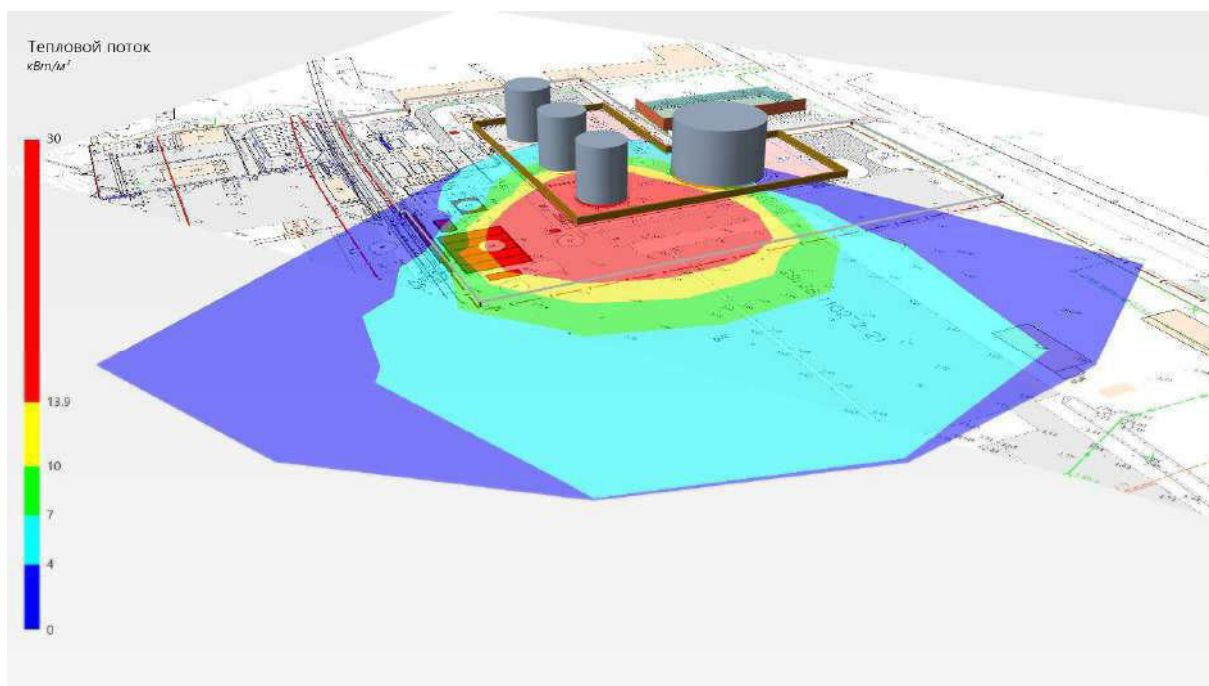
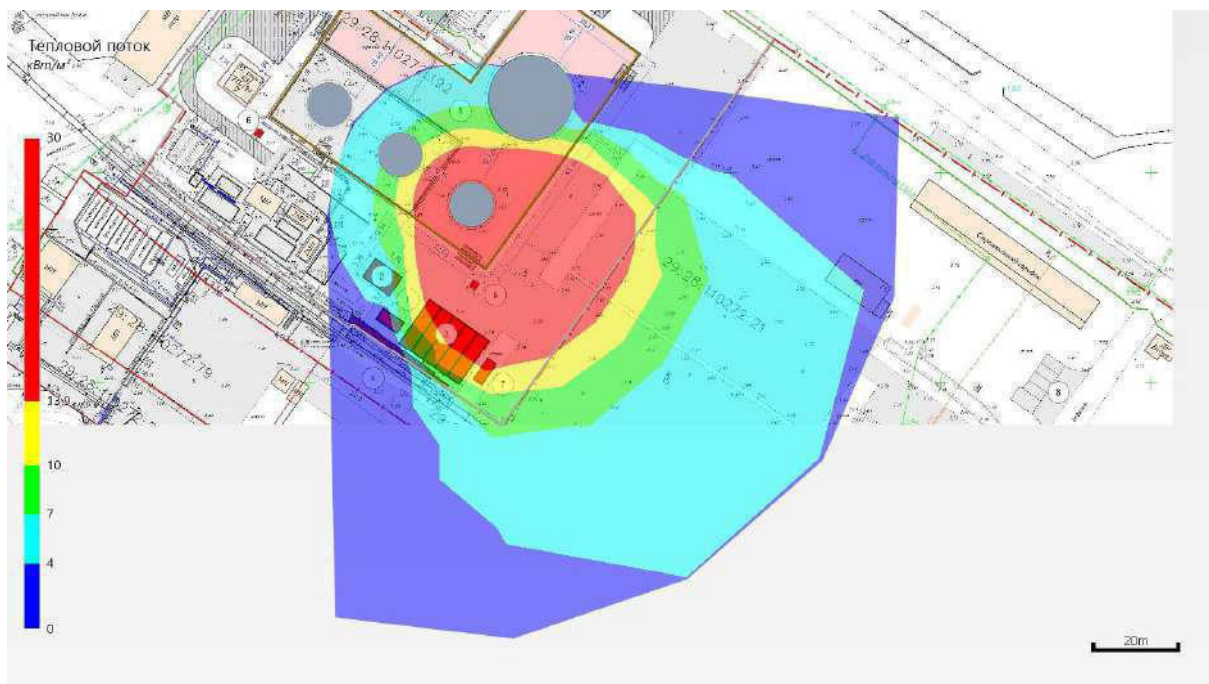
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (28,7 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,987.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

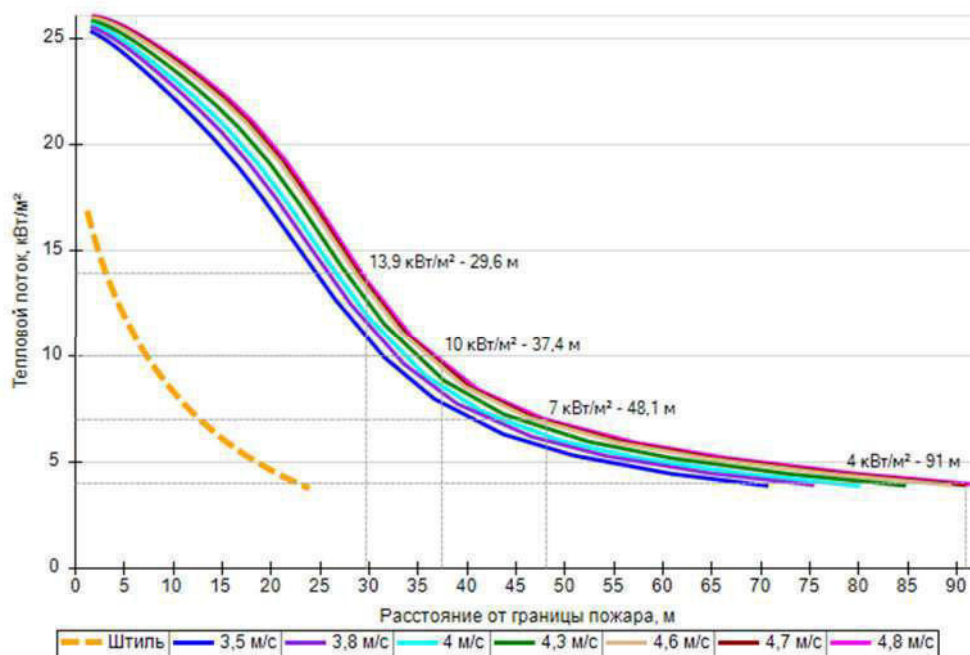
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,727 \cdot 0,987 = 21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.2.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива (сценарий 11, 12)

Сценарий 11.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,04$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04 = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 12.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,96 \cdot 0,042 = 0,04032.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04032 = 4,838 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 8,4 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,61} = 49,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 8,4 + 0,5 \cdot 61,5 = 39,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 49,4}{61,5} = 1,61; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 39,2}{61,5} = 1,27;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27+1) \cdot 0} = 2,78;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27-1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27-1) \cdot 0} = 1,63;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,27^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,27;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,26 \cdot \arctan(0,35) + 1,26 \cdot \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) + \frac{1}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,39.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,35} \right) + \frac{0}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) \right\} = \\ = 0,273.$$

$$\text{Угловой коэффициент облученности: } F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,39^2 + 0,273^2} = 0,476.$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (39,2 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,994.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\text{Интенсивность теплового излучения: } q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,476 \cdot 0,994 = 9,51 \text{ кВт/м}^2.$$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 22,1 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 3.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 3^{-0,5} = 0,578; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,578^2} = 0,816. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,67} \cdot 3^{0,21} = 55,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 22,1 + 0,5 \cdot 61,5 = 52,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 55,2}{61,5} = 1,79; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 52,9}{61,5} = 1,72; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 + 1) \cdot 0,816} = 1,63; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 - 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 - 1) \cdot 0,816} = 1,28; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,72^2 - 1) \cdot 0,578^2} = 1,29; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,07 \cdot \arctan(0,51) + 4,07 \cdot \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) + \frac{0,578}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,361.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,51} \right) + \frac{0,816}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) \Big\} = \\
&= 0,715.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,361^2 + 0,715^2} = 0,801$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

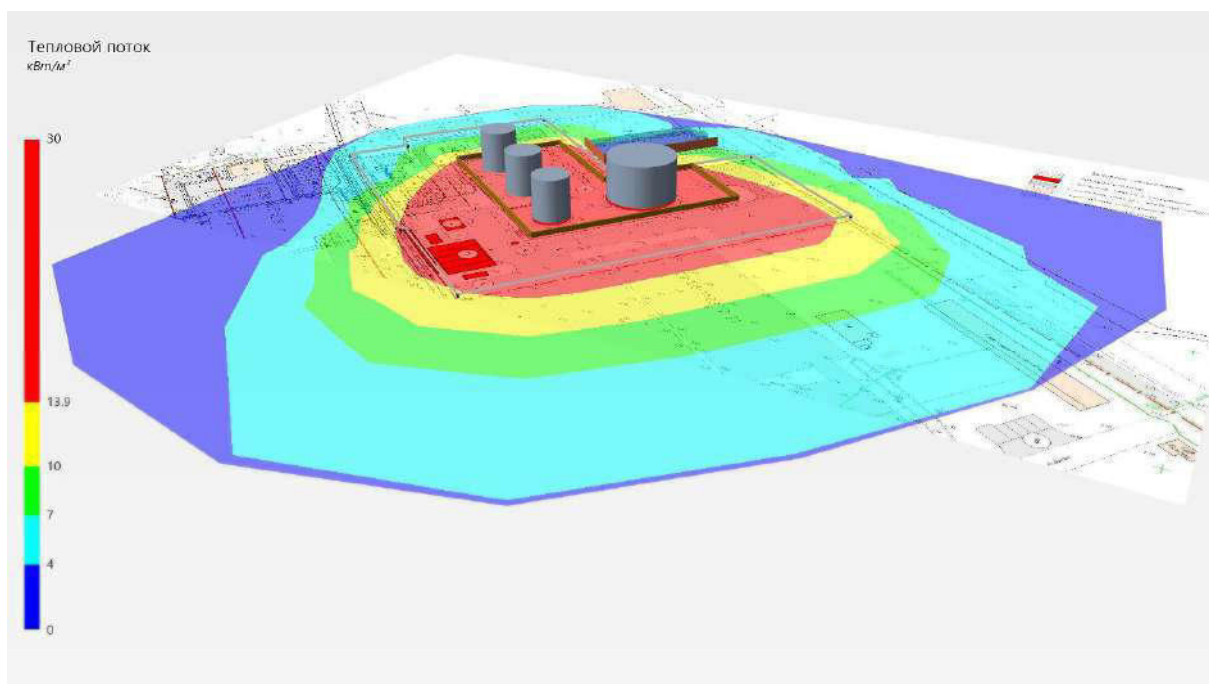
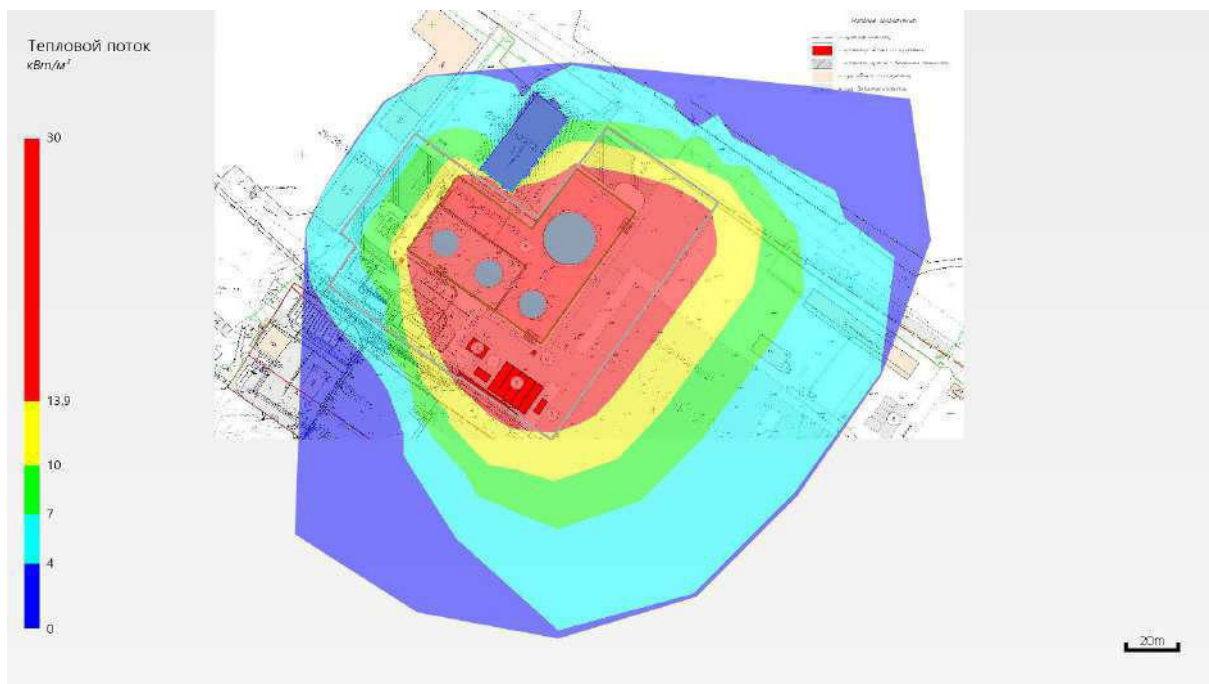
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (52,9 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

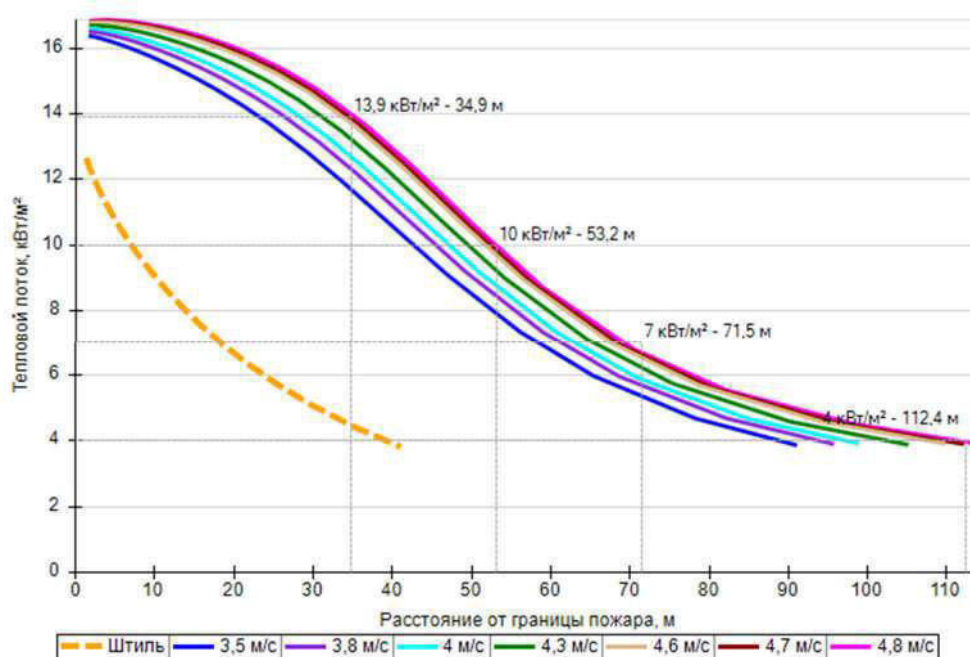
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,801 \cdot 0,985 = 15,83 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.2.3. Разрушение

Пожар пролива (сценарий 13, 14)

Сценарий 13.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,05$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 14.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,95 \cdot 0,061 = 0,05795.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05795 = 2,898 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 14,5 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,61} = 82,7 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 14,5 + 0,5 \cdot 129,2 = 79,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 82,7}{129,2} = 1,28; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 79,2}{129,2} = 1,23;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 + 1) \cdot 0} = 2,57;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 - 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 - 1) \cdot 0} = 1,3;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,23^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,23;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,04 \cdot \arctan(0,32) + 1,04 \cdot \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) + \frac{1}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,406.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,32} \right) + \frac{0}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) \right\} = \\ = 0,287.$$

$$\text{Угловой коэффициент облученности: } F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,406^2 + 0,287^2} = 0,497.$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (79,2 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,99.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\text{Интенсивность теплового излучения: } q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,497 \cdot 0,99 = 9,85 \text{ кВт/м}^2.$$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 31,4 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 2,34.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 2,34^{-0,5} = 0,654; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,654^2} = 0,757. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,67} \cdot 2,34^{0,21} = 85,8 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 31,4 + 0,5 \cdot 129,2 = 96 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 85,8}{129,2} = 1,33; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 96}{129,2} = 1,49; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0,757} = 1,72; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0,757} = 1,01; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 0,654^2} = 1,23; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,8 \cdot \arctan(0,44) + 1,8 \cdot \left[\frac{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) + \frac{0,654}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,396.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,44} \right) + \frac{0,757}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) \right\} = \\
&= 0,665.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,396^2 + 0,665^2} = 0,774$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

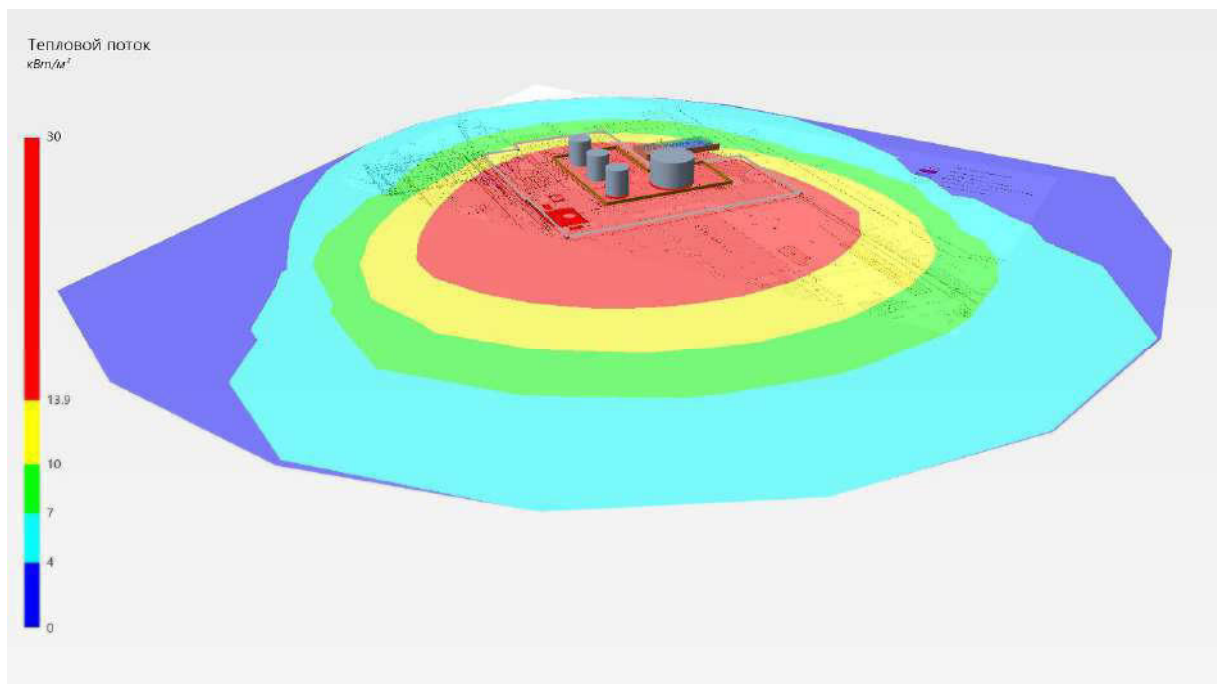
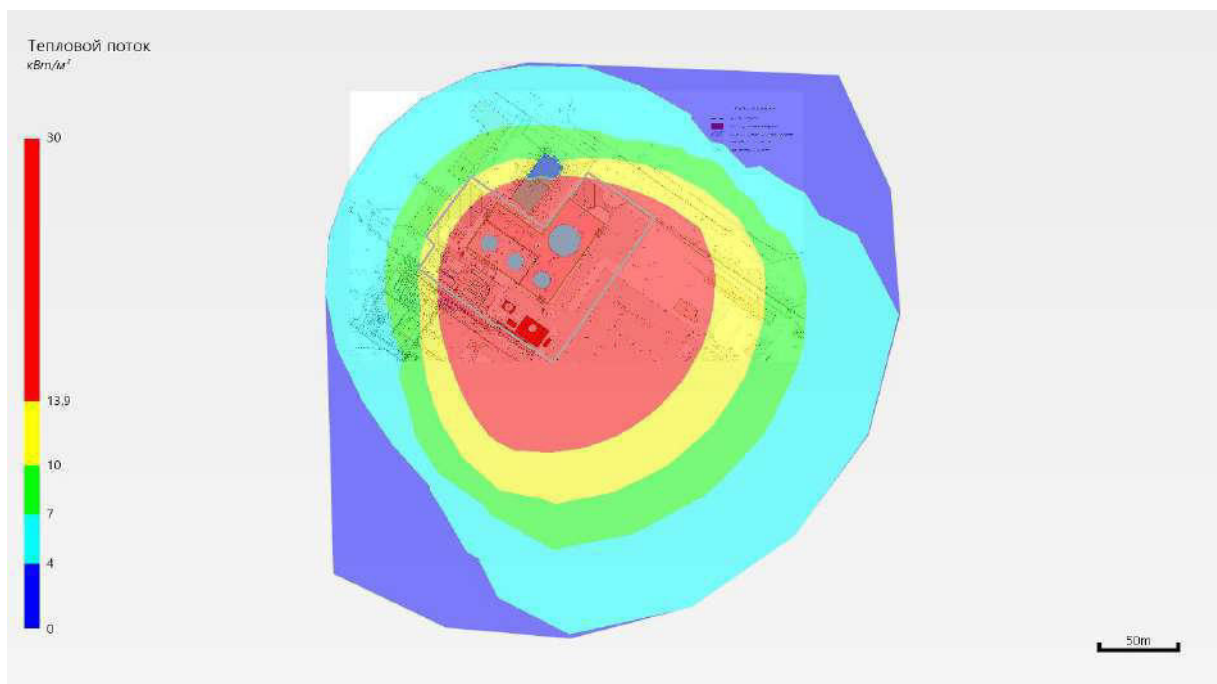
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (96 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,978.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

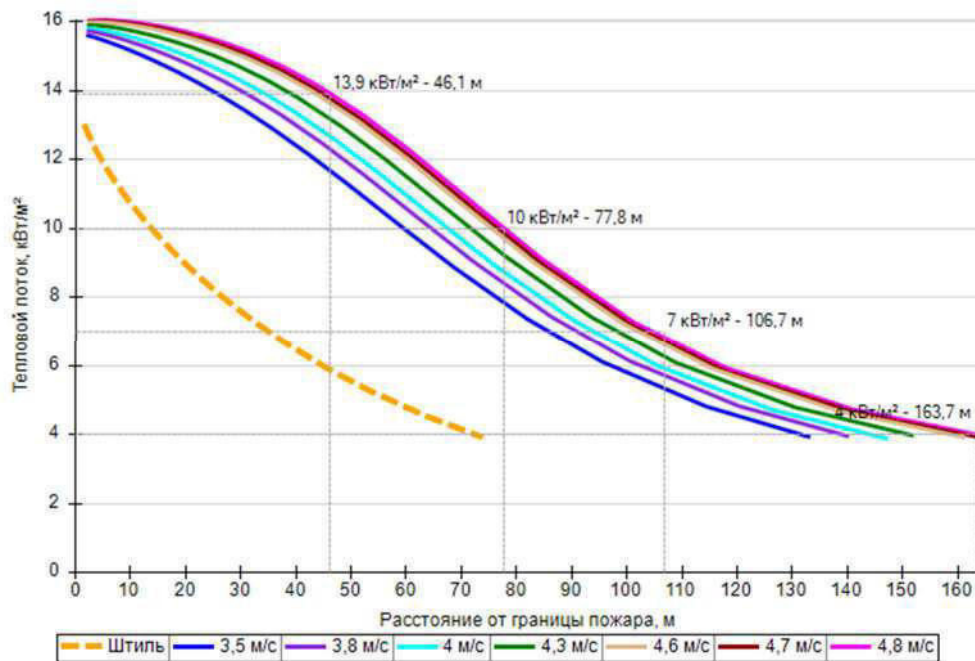
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,774 \cdot 0,978 = 15,14 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.2.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре (сценарий 15)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 2,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,61} = 5,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 2,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 4 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 5,4}{2,5} = 4,25; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 4}{2,5} = 3,18;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18+1) \cdot 0} = 5,96; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18-1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18-1) \cdot 0} = 4,78; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (3,18^2 - 1) \cdot 1^2} = 3,18;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,34 \cdot \arctan(0,72) + 1,34 \cdot \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) + \frac{1}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,149.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,72}\right) + \frac{0}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \cdot \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,078.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,149^2 + 0,078^2} = 0,168$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (4 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,998.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,168 \cdot 0,998 = 18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 15,7 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 8,68.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 8,68^{-0,5} = 0,339; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,339^2} = 0,941. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,67} \cdot 8,68^{0,21} = 8,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 15,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 17 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 8,2}{2,5} = 6,54; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 17}{2,5} = 13,45; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 + 1) \cdot 0,941} = 8,6; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45 - 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 - 1) \cdot 0,941} = 6,68; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (13,45^2 - 1) \cdot 0,339^2} = 4,66; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,3 \cdot \arctan(0,93) + 0,3 \cdot \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68} \right) + \frac{0,339}{4,66} \cdot \left[\arctan \left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) + \arctan \left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,022. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,93}\right) + \frac{0,941}{4,66} \cdot \left[\arctan\left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) + \arctan\left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \cdot \arctan\left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68}\right) \right\} = \\
&\quad = 0,163.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,022^2 + 0,163^2} = 0,164$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

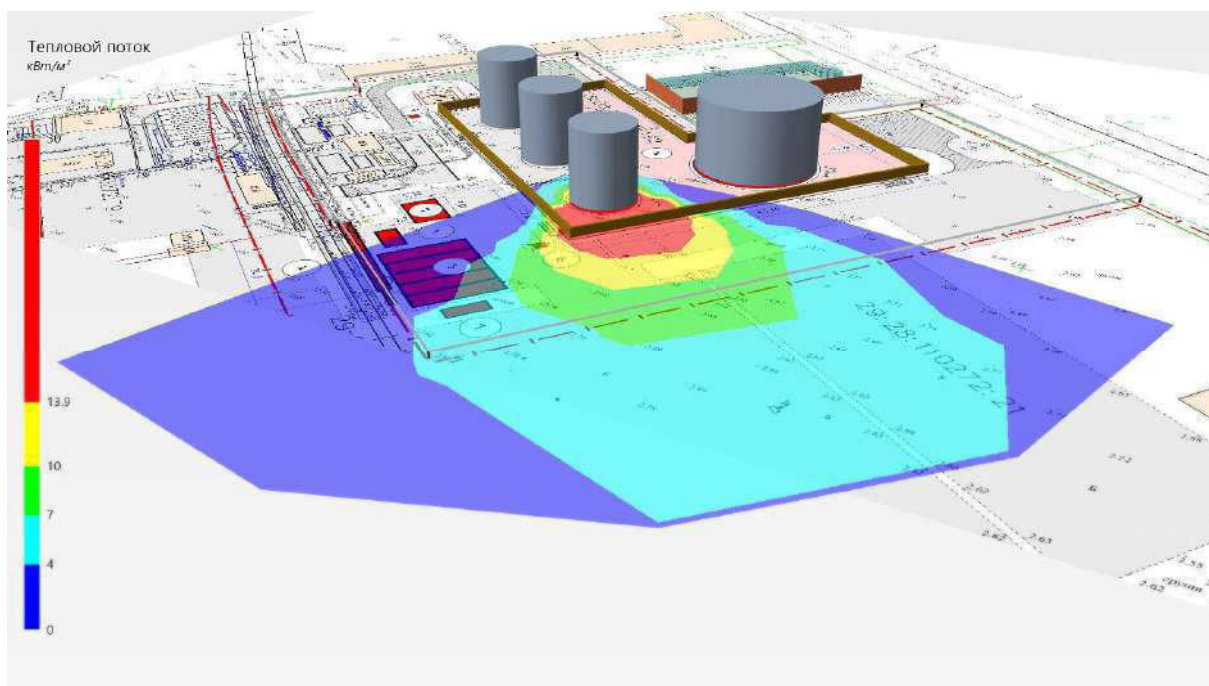
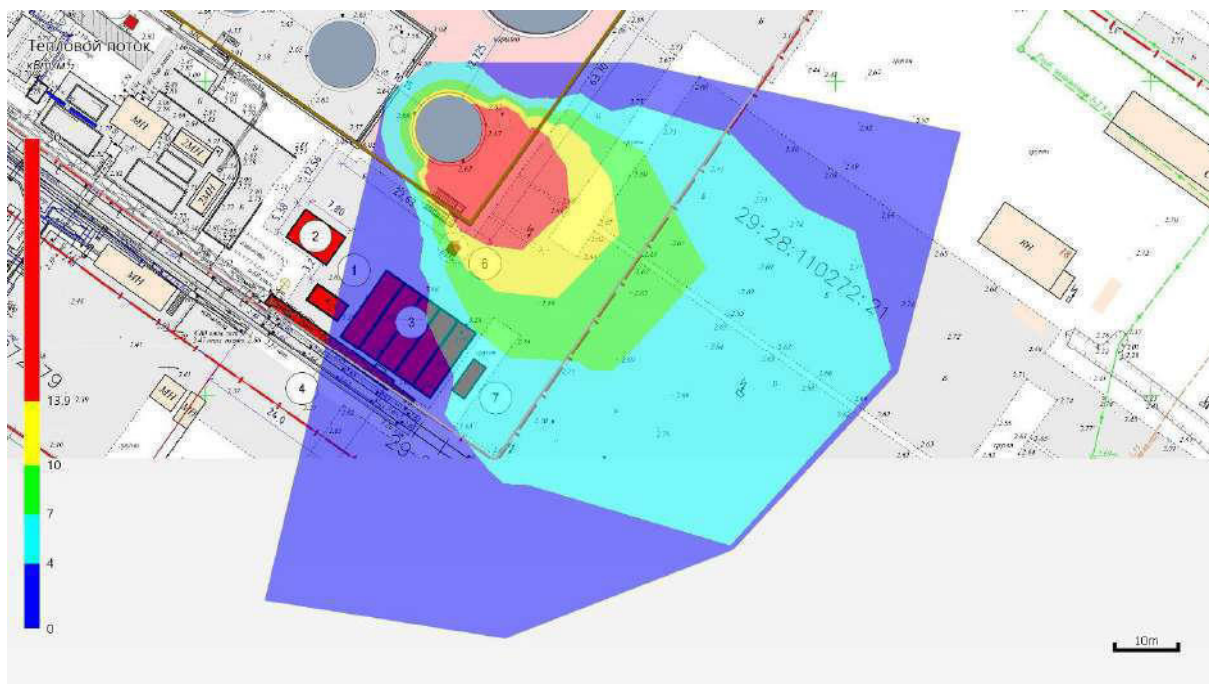
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (17 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,989.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

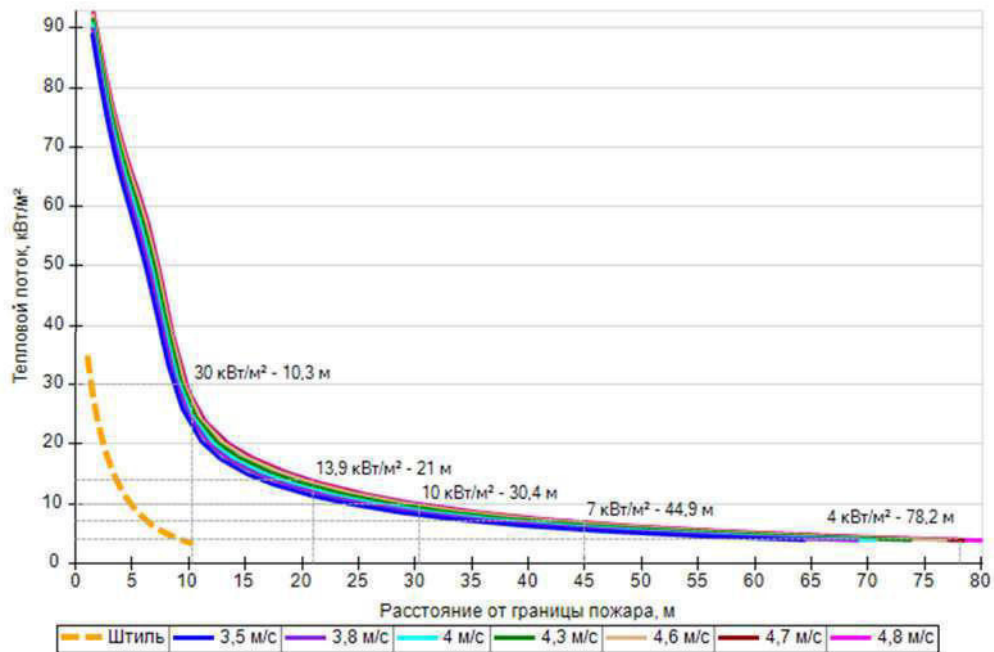
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,164 \cdot 0,989 = 17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.2.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности (сценарий 16)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 4,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,61} = 14,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 4,7 + 0,5 \cdot 10,5 = 10 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 14,4}{10,5} = 2,75; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 10}{10,5} = 1,9;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9+1) \cdot 0} = 4; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9-1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9-1) \cdot 0} = 2,9; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,9^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,9;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,45 \cdot \arctan(0,56) + 1,45 \cdot \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) + \frac{1}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,257.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,56}\right) + \frac{0}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \cdot \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,154.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,257^2 + 0,154^2} = 0,3$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (10 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,997.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,3 \cdot 0,997 = 16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 21,2 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 5,4.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 5,4^{-0,5} = 0,43; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,43^2} = 0,903. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,67} \cdot 5,4^{0,21} = 19,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 21,2 + 0,5 \cdot 10,5 = 26,5 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 19,3}{10,5} = 3,67; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 26,5}{10,5} = 5,04; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04 + 1) \cdot 0,903} = 3,16; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04 - 1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04 - 1) \cdot 0,903} = 1,74; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (5,04^2 - 1) \cdot 0,43^2} = 2,35; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,91 \cdot \arctan(0,82) + 0,91 \cdot \left[\frac{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74} \right) + \frac{0,43}{2,35} \cdot \left[\arctan \left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) + \arctan \left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,182. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,82}\right) + \frac{0,903}{2,35} \cdot \left[\arctan\left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) + \arctan\left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \cdot \arctan\left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74}\right) \right\} = \\
&= 0,345.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,182^2 + 0,345^2} = 0,39$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

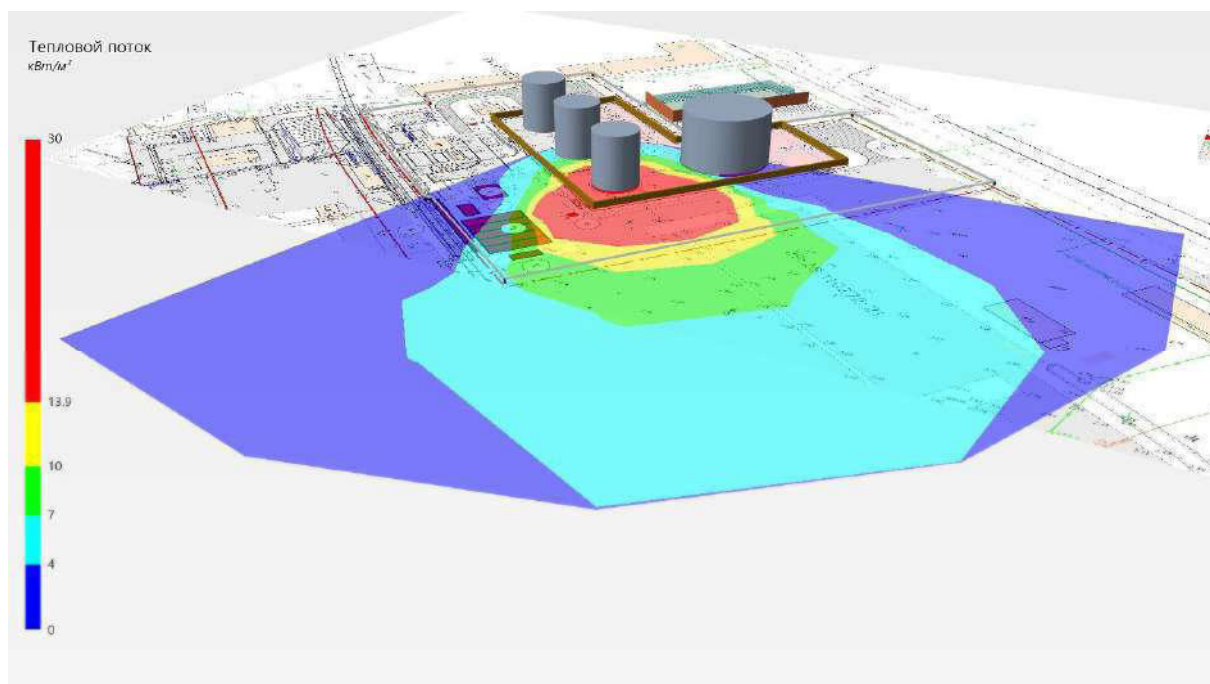
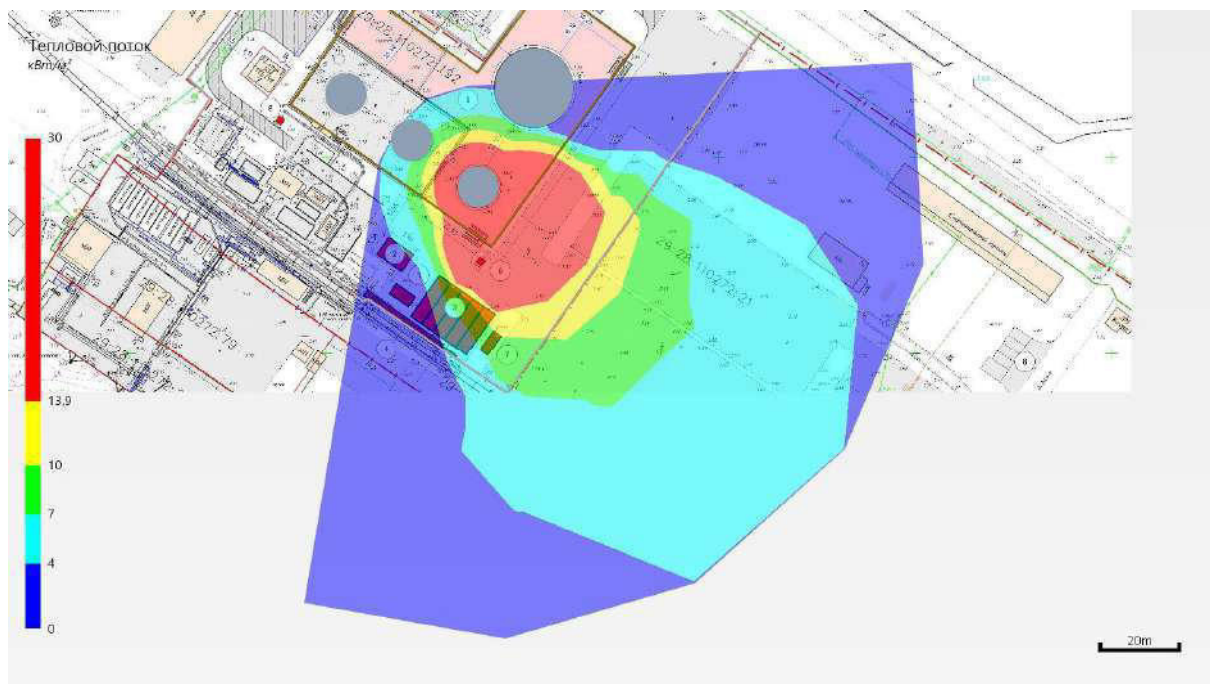
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (26,5 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

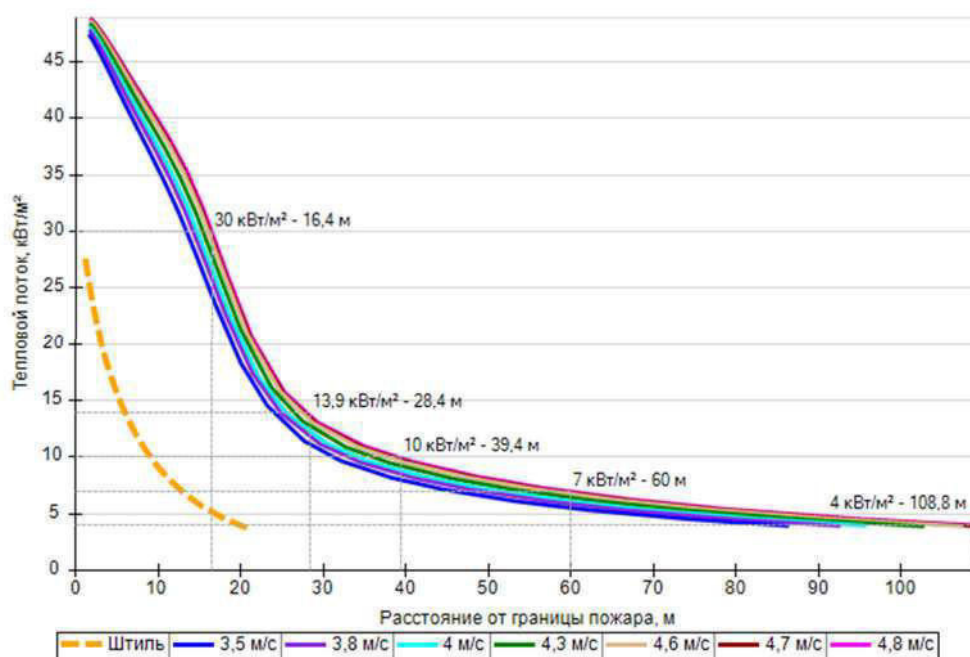
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,39 \cdot 0,985 = 20,76 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.3. PBC_03

5.3.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива (сценарий 17, 18)

Сценарий 17.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,015$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,015 = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 18.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,985 \cdot 0,015 = 0,014775.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,014775 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 5,3 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,61} = 23,6 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 5,3 + 0,5 \cdot 21,3 = 15,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 23,6}{21,3} = 2,22; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 15,9}{21,3} = 1,49;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0} = 3,34;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0} = 2,27;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,49;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,49 \cdot \arctan(0,45) + 1,49 \cdot \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) + \frac{1}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,332.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,45} \right) + \frac{0}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \cdot \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) \right\} = \\ = 0,217.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,332^2 + 0,217^2} = 0,397$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (15,9 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,996.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,397 \cdot 0,996 = 11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 18 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 4,27.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned}\cos\theta &= u_*^{-0,5} = 4,27^{-0,5} = 0,484; \\ \sin\theta &= \sqrt{1 - \cos^2\theta} = \sqrt{1 - 0,484^2} = 0,875.\end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,67} \cdot 4,27^{0,21} = 29,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 18 + 0,5 \cdot 21,3 = 28,7 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned}a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 29,3}{21,3} = 2,76; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 28,7}{21,3} = 2,7; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7+1) \cdot 0,875} = 1,85; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7-1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7-1) \cdot 0,875} = 1,51; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (2,7^2 - 1) \cdot 0,484^2} = 1,57;\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,71 \cdot \arctan(0,68) + 4,71 \cdot \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) + \frac{0,484}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,303.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,68} \right) + \frac{0,875}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) \right\} = \\
&= 0,661.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,303^2 + 0,661^2} = 0,727$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

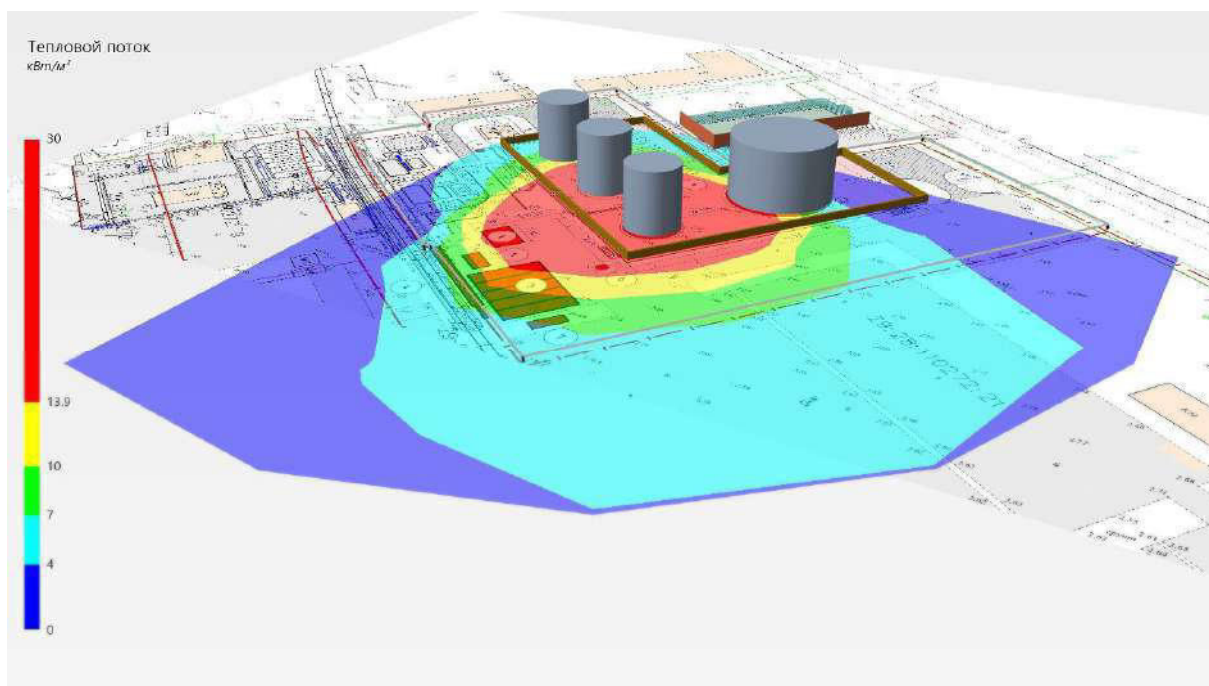
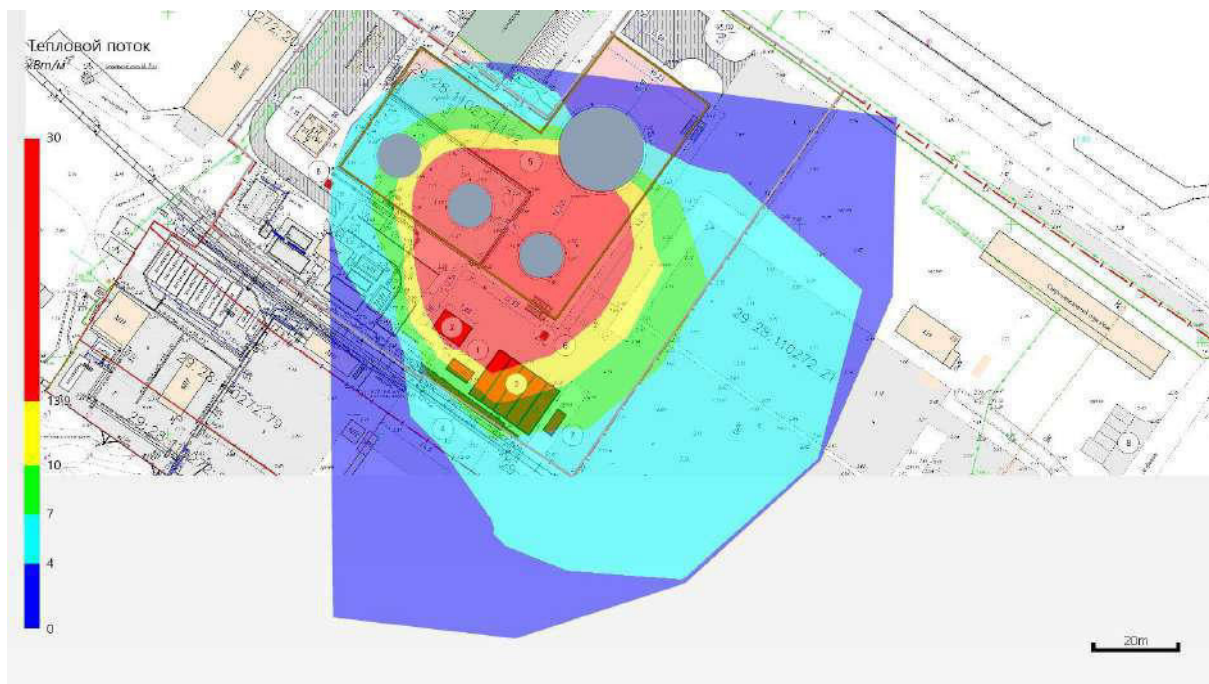
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (28,7 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,987.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

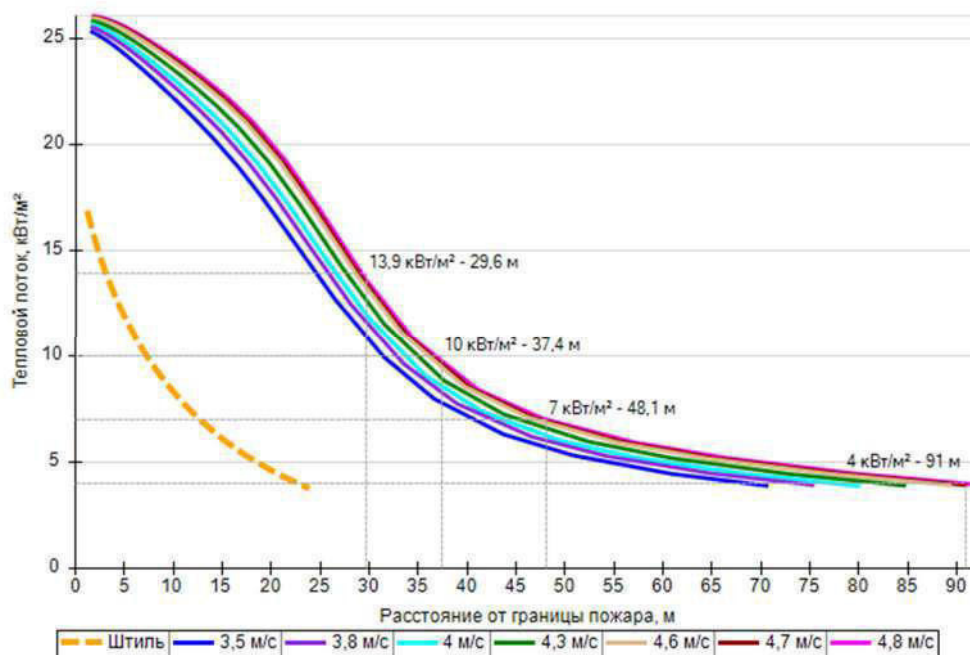
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,727 \cdot 0,987 = 21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.3.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива (сценарий 19, 20)

Сценарий 19.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,04$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04 = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 20.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,96 \cdot 0,042 = 0,04032.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04032 = 4,838 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 8,4 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,61} = 49,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 8,4 + 0,5 \cdot 61,5 = 39,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 49,4}{61,5} = 1,61; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 39,2}{61,5} = 1,27;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27+1) \cdot 0} = 2,78;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27-1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27-1) \cdot 0} = 1,63;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,27^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,27;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,26 \cdot \arctan(0,35) + 1,26 \cdot \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) + \frac{1}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,39.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,35} \right) + \frac{0}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,61^2 + (1,27+1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) \right\} = \\ = 0,273.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,39^2 + 0,273^2} = 0,476$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (39,2 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,994.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,476 \cdot 0,994 = 9,51 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 22,1 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 3.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 3^{-0,5} = 0,578; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,578^2} = 0,816. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,67} \cdot 3^{0,21} = 55,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 22,1 + 0,5 \cdot 61,5 = 52,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 55,2}{61,5} = 1,79; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 52,9}{61,5} = 1,72; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 + 1) \cdot 0,816} = 1,63; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 - 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 - 1) \cdot 0,816} = 1,28; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,72^2 - 1) \cdot 0,578^2} = 1,29; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,07 \cdot \arctan(0,51) + 4,07 \cdot \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) + \frac{0,578}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,361.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,51} \right) + \frac{0,816}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) \right\} = \\
&= 0,715.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,361^2 + 0,715^2} = 0,801$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

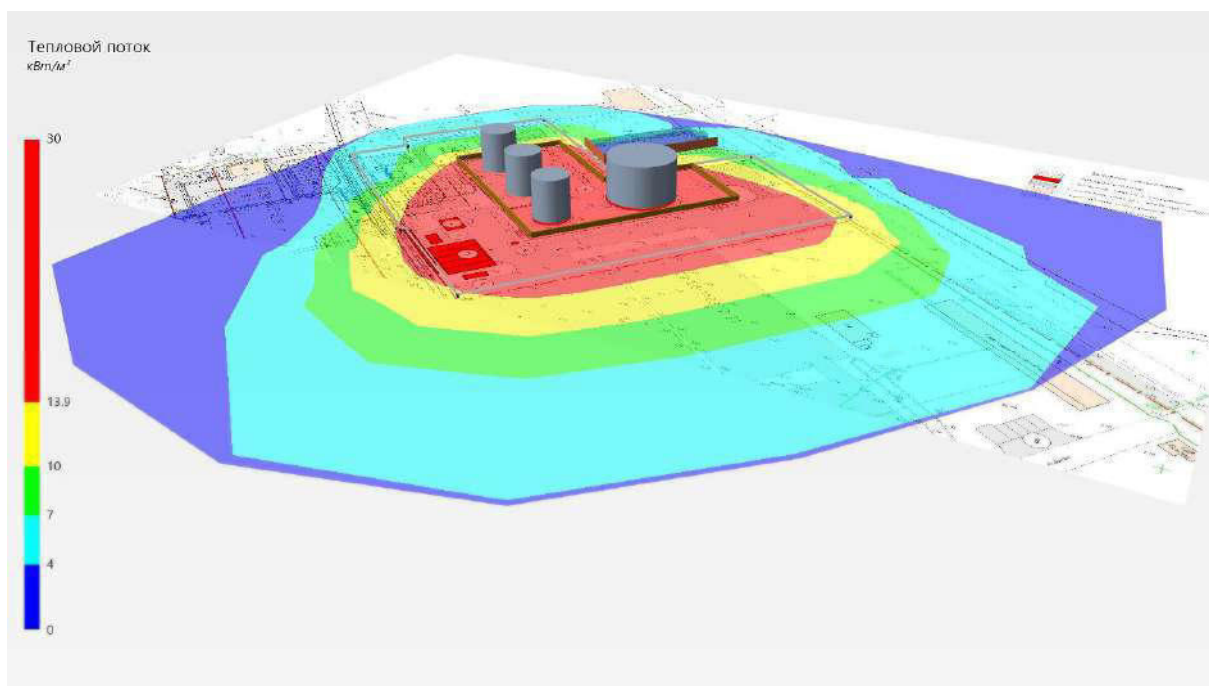
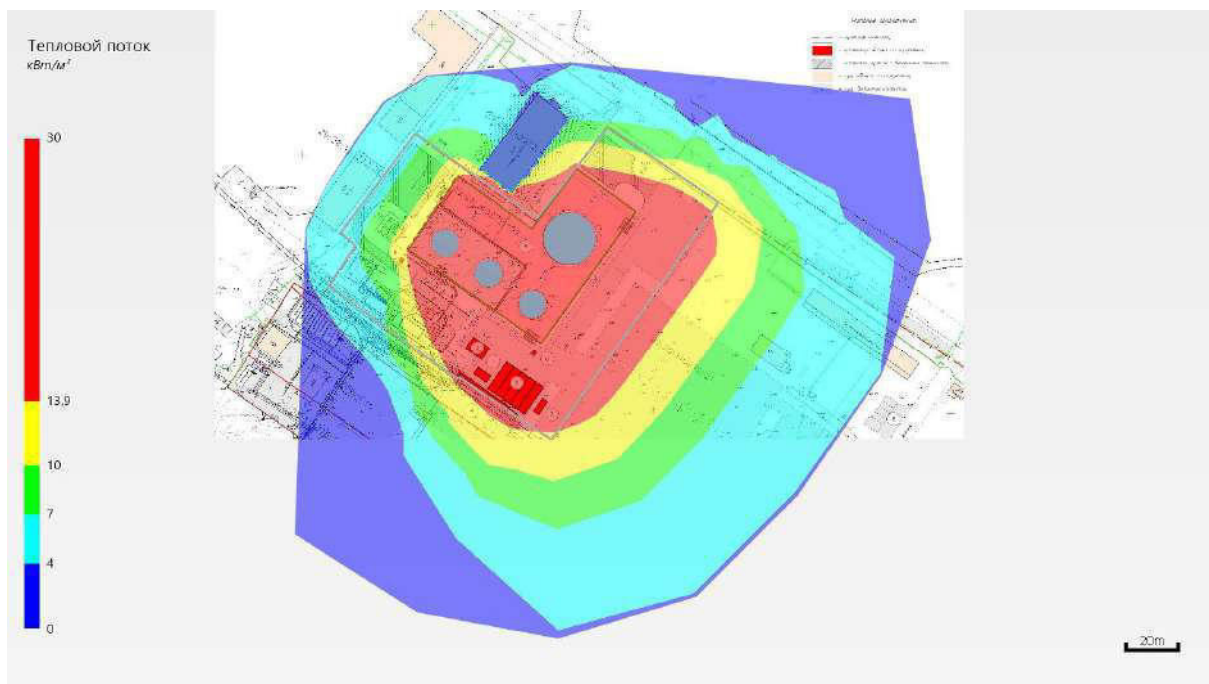
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (52,9 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

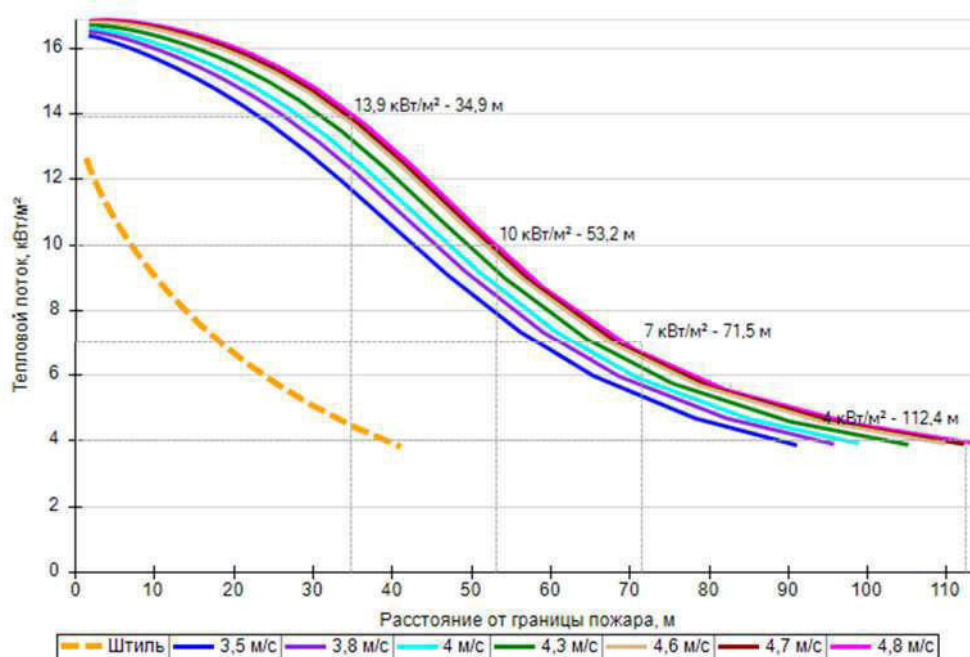
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,801 \cdot 0,985 = 15,83 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.3.3. Разрушение

Пожар пролива (сценарий 21, 22)

Сценарий 21.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,05$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 22.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,95 \cdot 0,061 = 0,05795.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05795 = 2,898 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 14,5 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,61} = 82,7 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 14,5 + 0,5 \cdot 129,2 = 79,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 82,7}{129,2} = 1,28; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 79,2}{129,2} = 1,23;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 + 1) \cdot 0} = 2,57;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 - 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 - 1) \cdot 0} = 1,3;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,23^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,23;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,04 \cdot \arctan(0,32) + 1,04 \cdot \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) + \frac{1}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,406.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,32} \right) + \frac{0}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) \right\} = \\ = 0,287.$$

$$\text{Угловой коэффициент облученности: } F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,406^2 + 0,287^2} = 0,497.$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (79,2 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,99.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\text{Интенсивность теплового излучения: } q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,497 \cdot 0,99 = 9,85 \text{ кВт/м}^2.$$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 31,4 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 2,34.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 2,34^{-0,5} = 0,654; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,654^2} = 0,757. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,67} \cdot 2,34^{0,21} = 85,8 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 31,4 + 0,5 \cdot 129,2 = 96 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 85,8}{129,2} = 1,33; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 96}{129,2} = 1,49; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0,757} = 1,72; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0,757} = 1,01; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 0,654^2} = 1,23; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,8 \cdot \arctan(0,44) + 1,8 \cdot \left[\frac{1,33^2 + (1,49+1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) + \frac{0,654}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,396.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,44} \right) + \frac{0,757}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{1,33^2 + (1,49+1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) \right\} = \\
&= 0,665.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,396^2 + 0,665^2} = 0,774$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

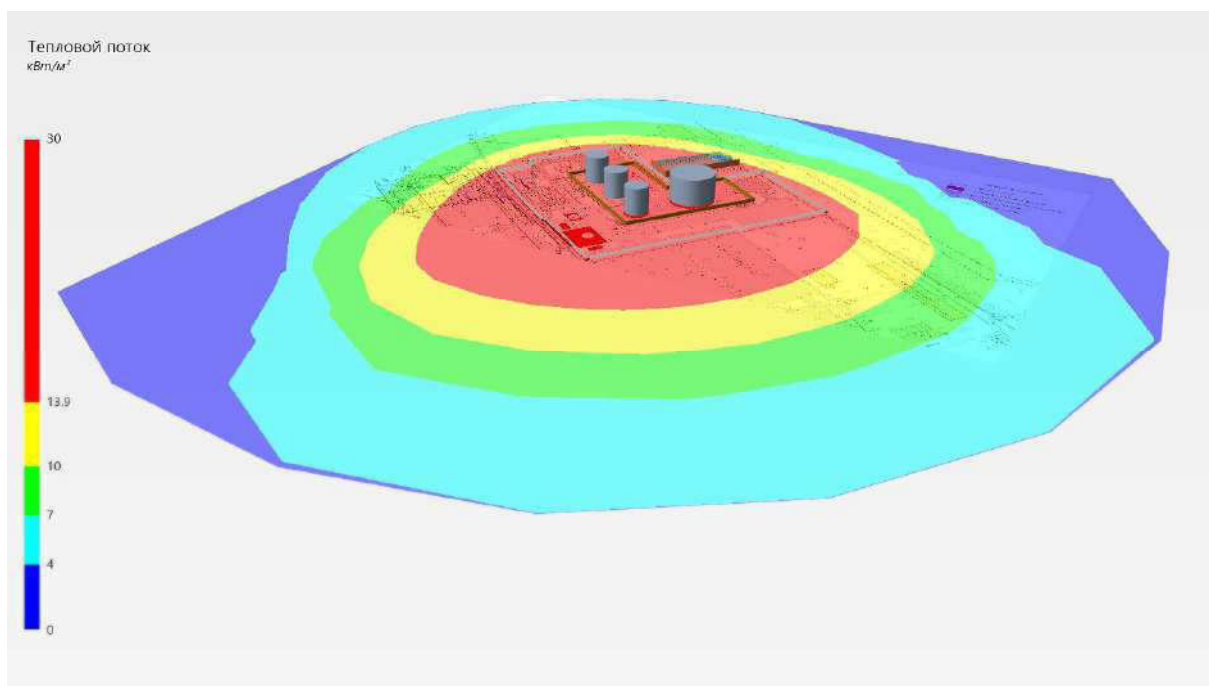
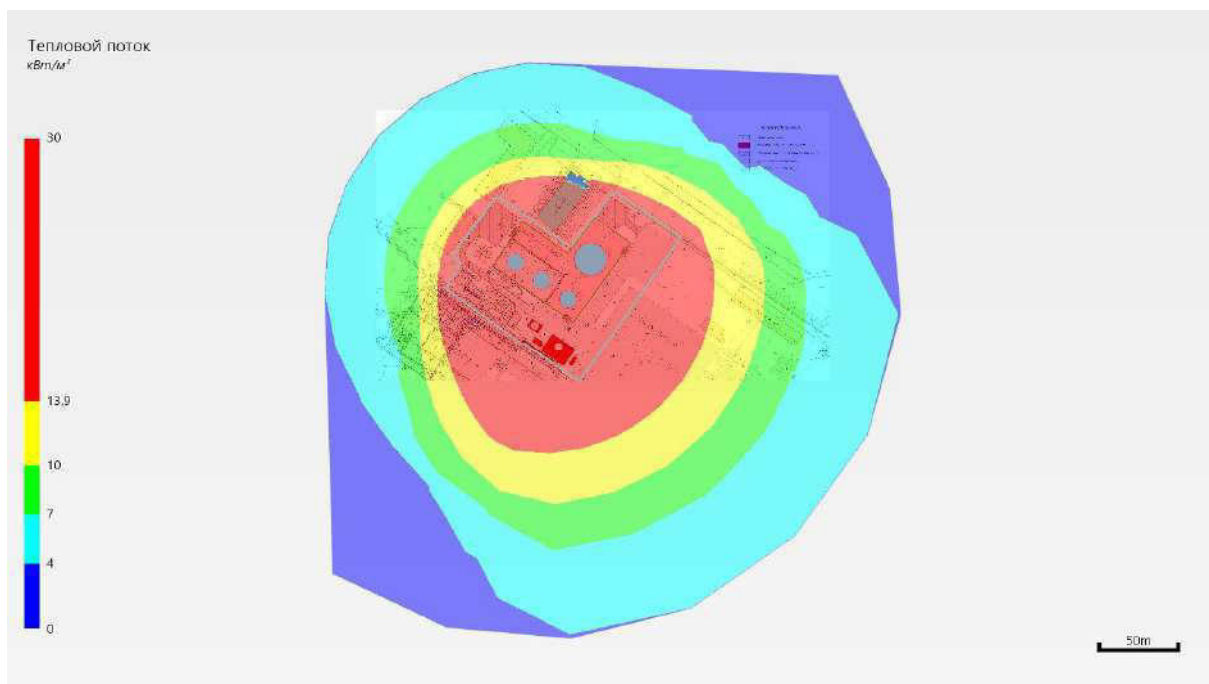
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (96 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,978.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

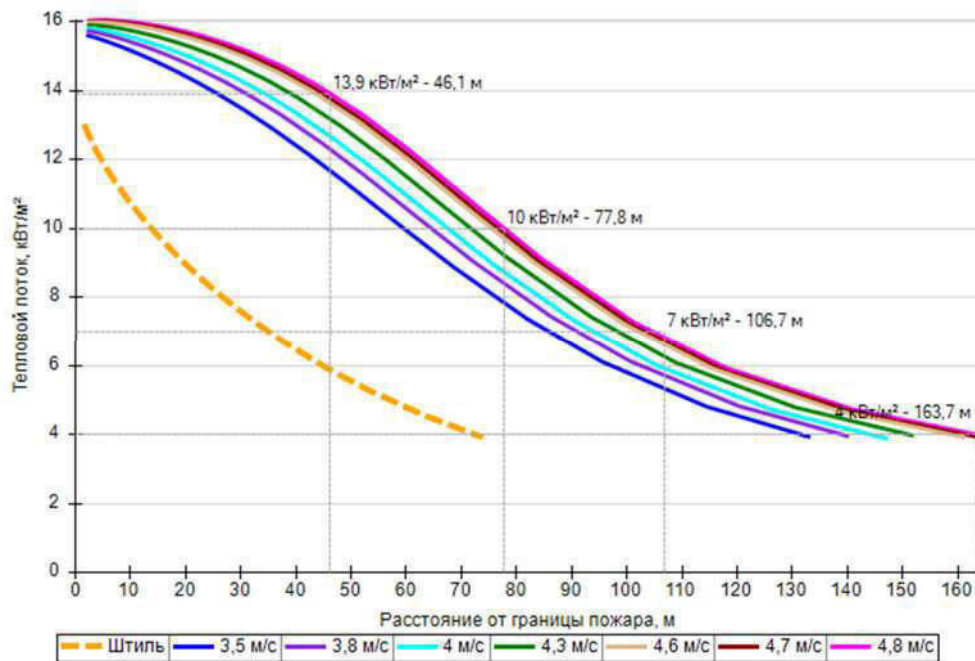
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,774 \cdot 0,978 = 15,14 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.3.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре (сценарий 23)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 2,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,61} = 5,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 2,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 4 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 5,4}{2,5} = 4,25; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 4}{2,5} = 3,18;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18+1) \cdot 0} = 5,96; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18-1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18-1) \cdot 0} = 4,78; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (3,18^2 - 1) \cdot 1^2} = 3,18;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,34 \cdot \arctan(0,72) + 1,34 \cdot \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) + \frac{1}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,149.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,72}\right) + \frac{0}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \cdot \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,078.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,149^2 + 0,078^2} = 0,168$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (4 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,998.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,168 \cdot 0,998 = 18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 15,7 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 8,68.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\cos \theta = u_*^{-0,5} = 8,68^{-0,5} = 0,339;$$

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,339^2} = 0,941.$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,67} \cdot 8,68^{0,21} = 8,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 15,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 17 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 8,2}{2,5} = 6,54; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 17}{2,5} = 13,45;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} =$$

$$= \sqrt{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 + 1) \cdot 0,941} = 8,6;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} =$$

$$= \sqrt{6,54^2 + (13,45 - 1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45 - 1) \cdot 0,941} = 6,68;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (13,45^2 - 1) \cdot 0,339^2} = 4,66;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} =$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,3 \cdot \arctan(0,93) + 0,3 \cdot \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \times \right.$$

$$\times \arctan \left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68} \right) + \frac{0,339}{4,66} \cdot \left[\arctan \left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) + \arctan \left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) \right] \Bigg\} =$$

$$= 0,022.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,93}\right) + \frac{0,941}{4,66} \cdot \left[\arctan\left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) + \arctan\left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \cdot \arctan\left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68}\right) \right\} = \\
&\quad = 0,163.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,022^2 + 0,163^2} = 0,164$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

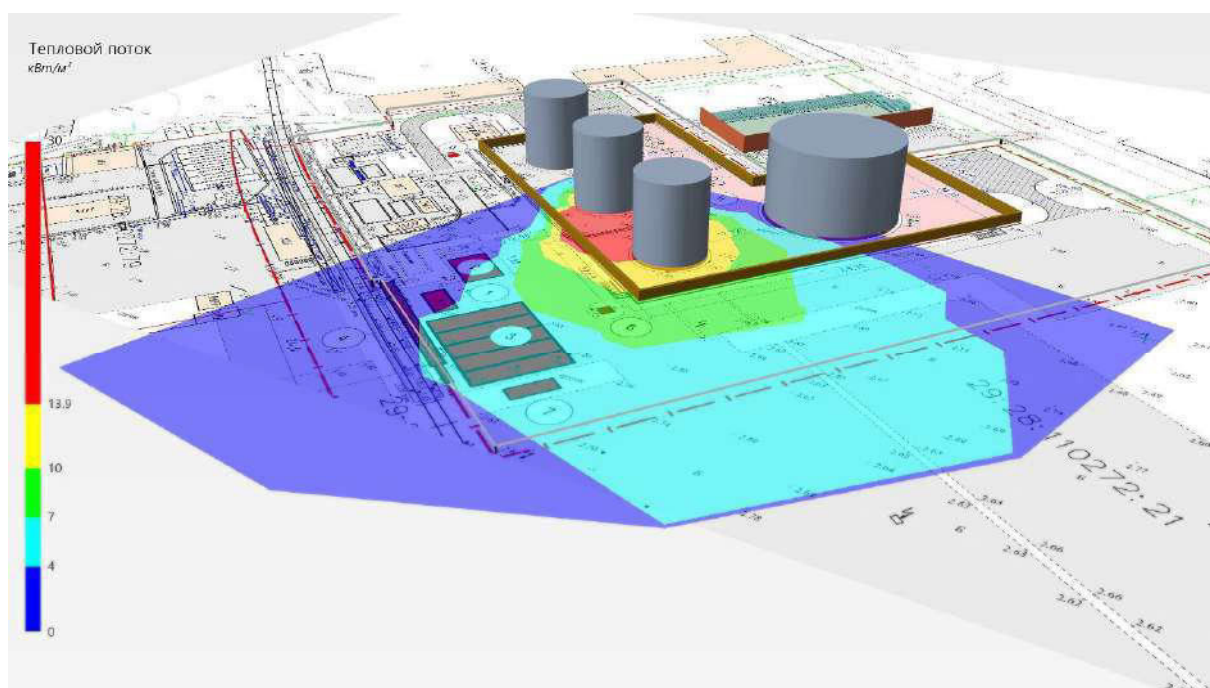
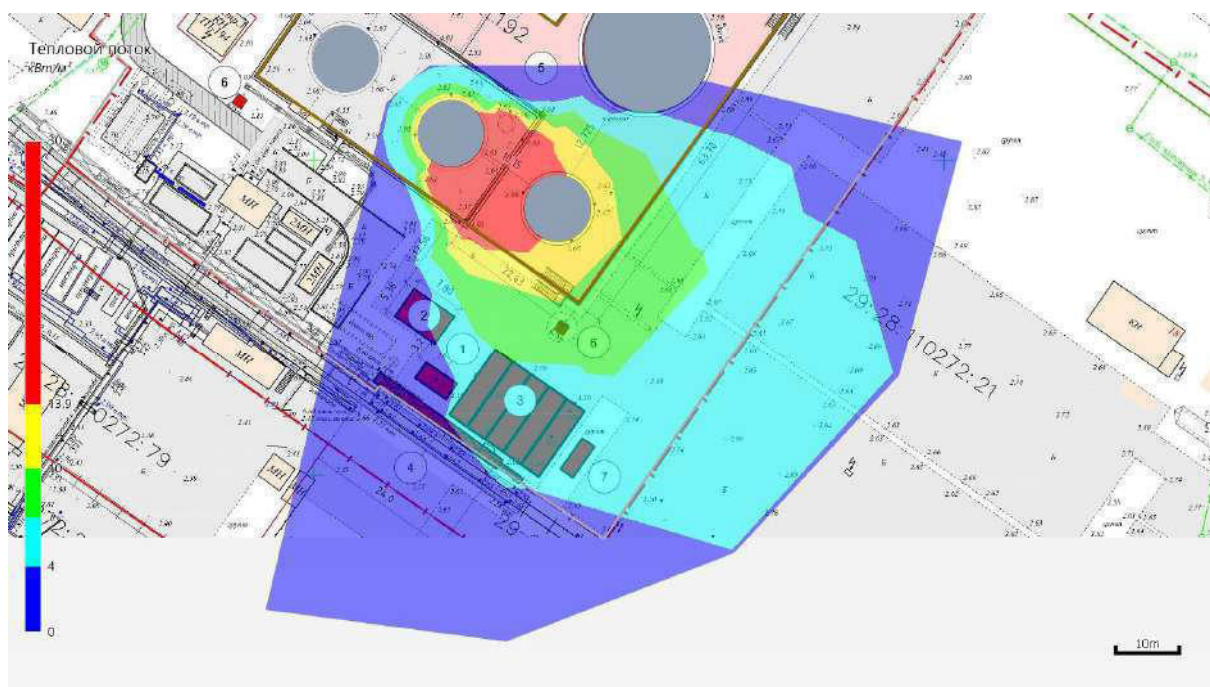
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (17 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,989.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

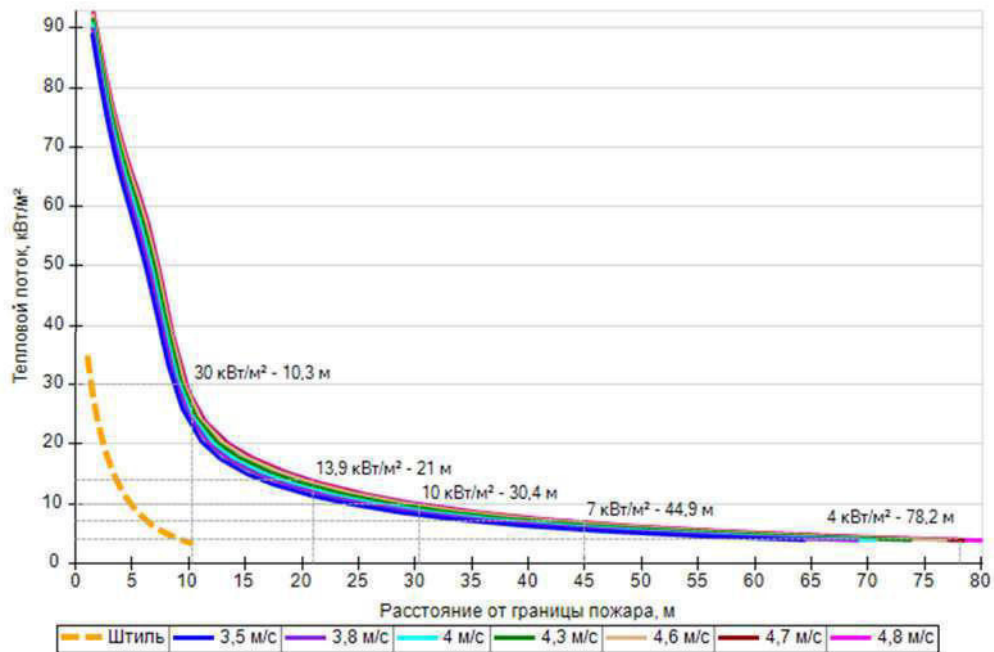
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,164 \cdot 0,989 = 17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.3.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности (сценарий 24)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 4,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,61} = 14,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 4,7 + 0,5 \cdot 10,5 = 10 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 14,4}{10,5} = 2,75; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 10}{10,5} = 1,9;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9+1) \cdot 0} = 4; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9-1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9-1) \cdot 0} = 2,9; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,9^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,9;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,45 \cdot \arctan(0,56) + 1,45 \cdot \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) + \frac{1}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,257.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,56}\right) + \frac{0}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \cdot \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,154.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,257^2 + 0,154^2} = 0,3$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (10 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,997.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,3 \cdot 0,997 = 16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 21,2 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 5,4.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 5,4^{-0,5} = 0,43; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,43^2} = 0,903. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,67} \cdot 5,4^{0,21} = 19,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 21,2 + 0,5 \cdot 10,5 = 26,5 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 19,3}{10,5} = 3,67; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 26,5}{10,5} = 5,04; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04 + 1) \cdot 0,903} = 3,16; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04 - 1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04 - 1) \cdot 0,903} = 1,74; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (5,04^2 - 1) \cdot 0,43^2} = 2,35; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,91 \cdot \arctan(0,82) + 0,91 \cdot \left[\frac{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74} \right) + \frac{0,43}{2,35} \cdot \left[\arctan \left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) + \arctan \left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,182. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,82}\right) + \frac{0,903}{2,35} \cdot \left[\arctan\left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) + \arctan\left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \cdot \arctan\left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74}\right) \right\} = \\
&= 0,345.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,182^2 + 0,345^2} = 0,39$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

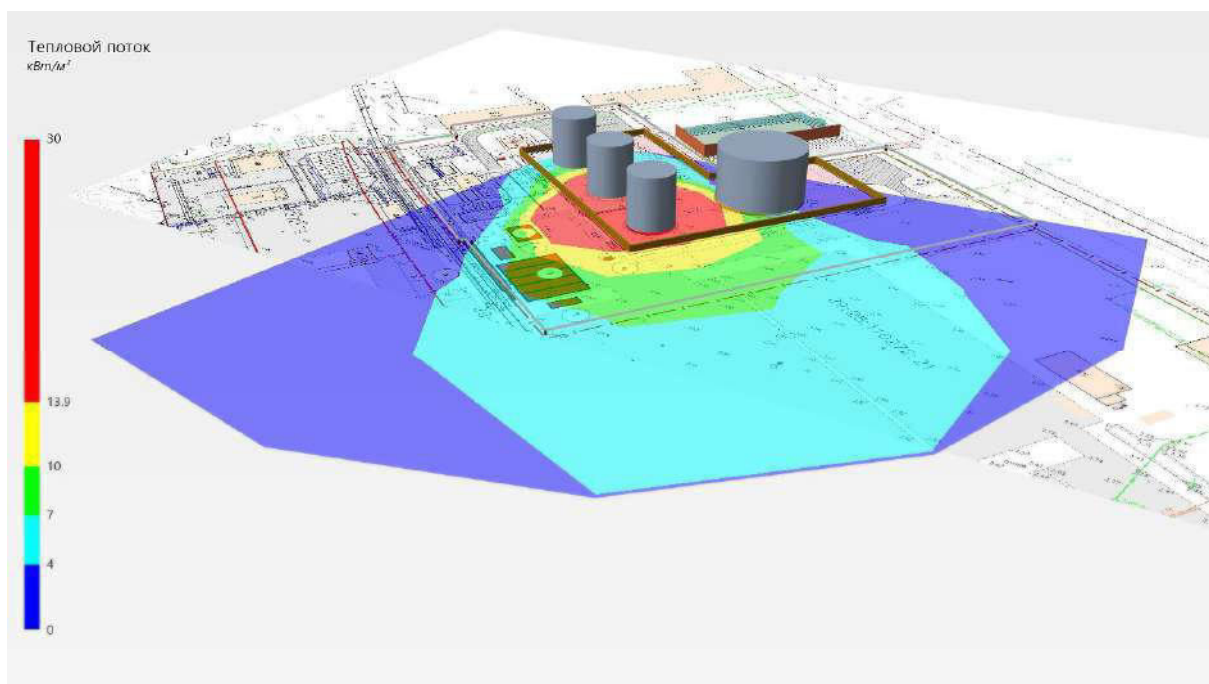
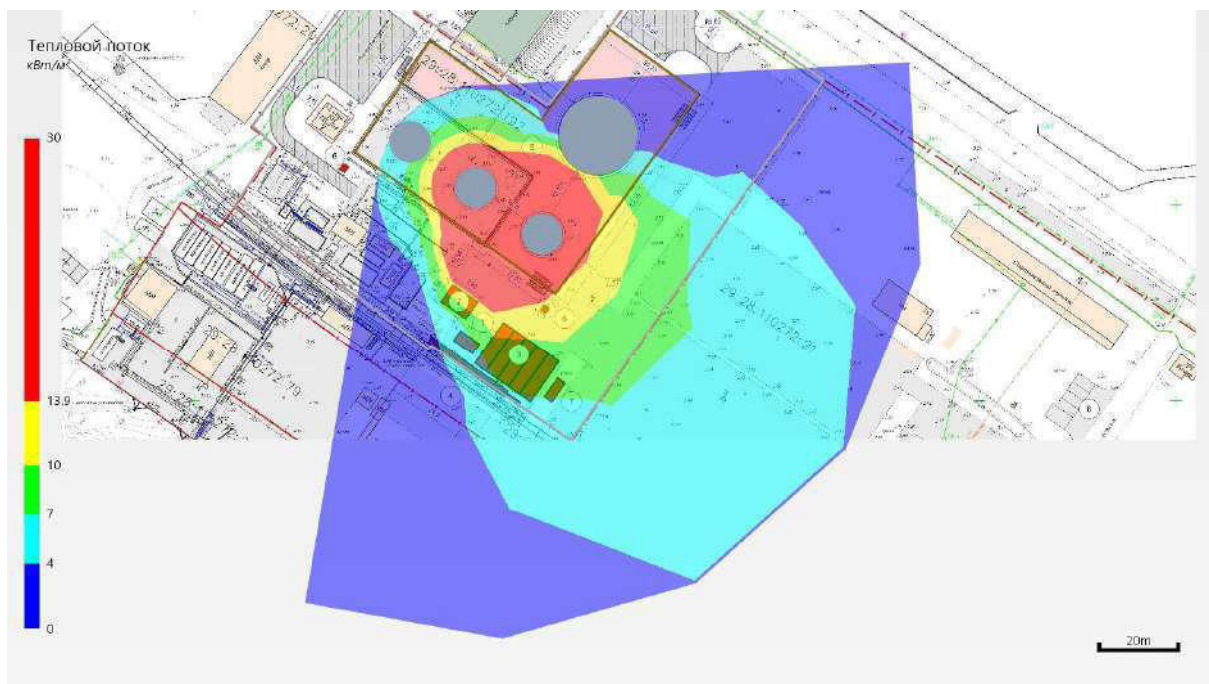
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (26,5 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

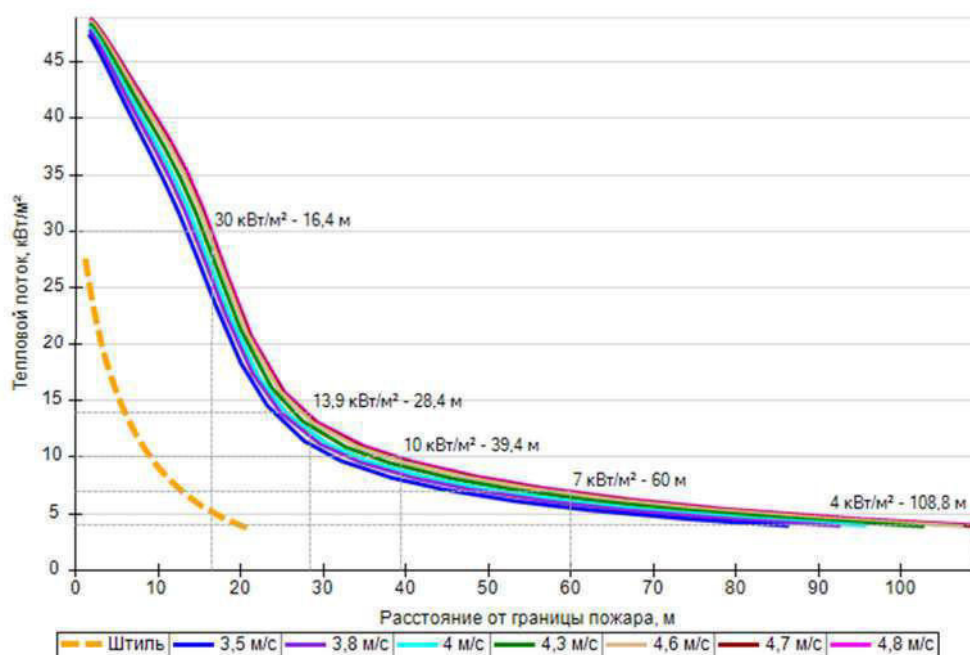
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,39 \cdot 0,985 = 20,76 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.4. PBC_04

5.4.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива (сценарий 25, 26)

Сценарий 25.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,015$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,015 = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 26.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,985 \cdot 0,015 = 0,014775.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 8,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,014775 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 5,3 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,61} = 23,6 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 5,3 + 0,5 \cdot 21,3 = 15,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 23,6}{21,3} = 2,22; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 15,9}{21,3} = 1,49;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0} = 3,34;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ = \sqrt{2,22^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 2,22 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0} = 2,27;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,49;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,49 \cdot \arctan(0,45) + 1,49 \cdot \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) + \frac{1}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,332.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,45} \right) + \frac{0}{1,49} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,22 \cdot 1,49 - 1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) + \arctan \left(\frac{1,11^2 \cdot 0}{1,11 \cdot 1,49} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{2,22^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 2,22 \cdot 0)}{3,34 \cdot 2,27} \right] \cdot \arctan \left(\frac{3,34 \cdot 0,45}{2,27} \right) \right\} = \\ = 0,217.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,332^2 + 0,217^2} = 0,397$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (15,9 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,996.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,397 \cdot 0,996 = 11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 18 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 355,1 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,1}{\pi}} = 21,3 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 21,3}{6,314}}} = 4,27.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned}\cos\theta &= u_*^{-0,5} = 4,27^{-0,5} = 0,484; \\ \sin\theta &= \sqrt{1 - \cos^2\theta} = \sqrt{1 - 0,484^2} = 0,875.\end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 21,3 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 21,3}} \right)^{0,67} \cdot 4,27^{0,21} = 29,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 18 + 0,5 \cdot 21,3 = 28,7 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned}a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 29,3}{21,3} = 2,76; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 28,7}{21,3} = 2,7; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7+1) \cdot 0,875} = 1,85; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\ &= \sqrt{2,76^2 + (2,7-1)^2 - 2 \cdot 2,76 \cdot (2,7-1) \cdot 0,875} = 1,51; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (2,7^2 - 1) \cdot 0,484^2} = 1,57;\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,71 \cdot \arctan(0,68) + 4,71 \cdot \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) + \frac{0,484}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,303.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,68} \right) + \frac{0,875}{1,57} \cdot \left[\arctan \left(\frac{2,76 \cdot 2,7 - 2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) + \arctan \left(\frac{2,5^2 \cdot 0,875}{2,5 \cdot 1,57} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{2,76^2 + (2,7+1)^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot (1 + 2,76 \cdot 0,875)}{1,85 \cdot 1,51} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,85 \cdot 0,68}{1,51} \right) \right\} = \\
&= 0,661.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,303^2 + 0,661^2} = 0,727$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

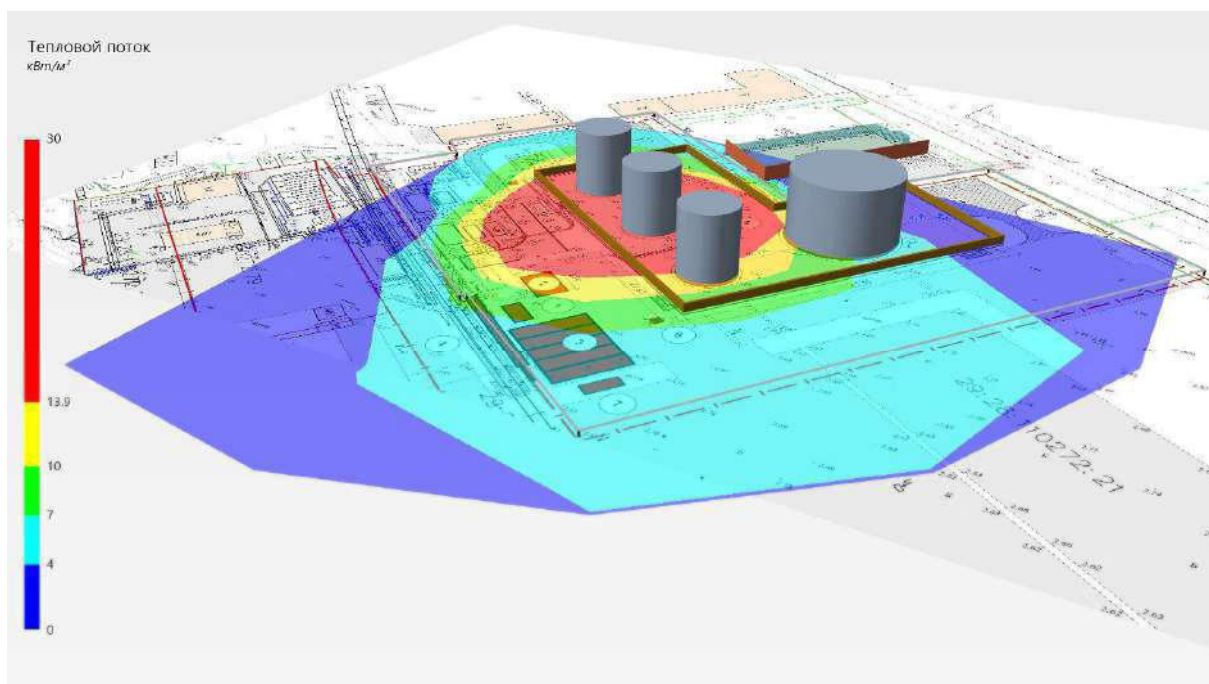
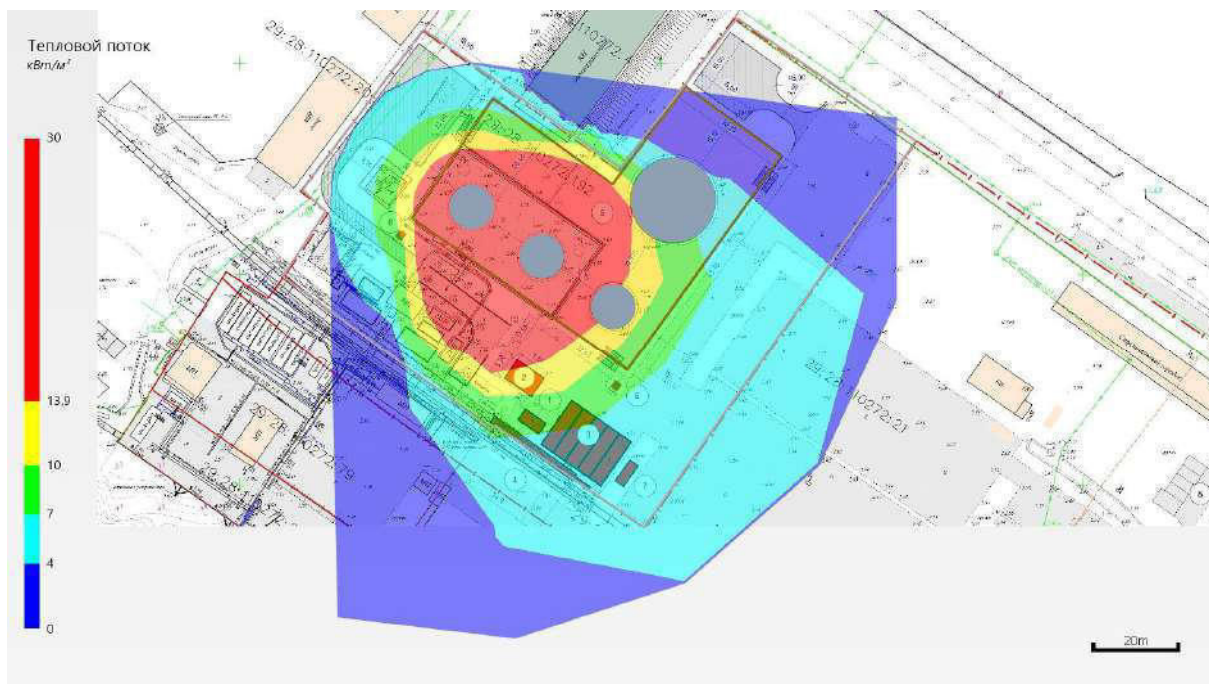
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (28,7 - 0,5 \cdot 21,3)) = 0,987.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 21,3} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 21,3}) = 29,4 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

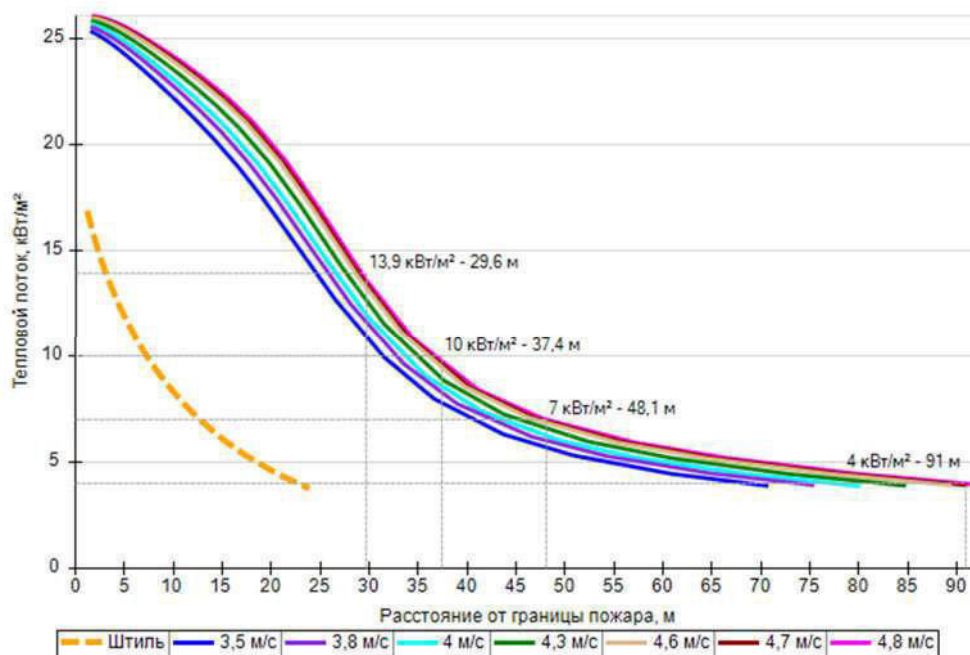
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 29,4 \cdot 0,727 \cdot 0,987 = 21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.4.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива (сценарий 27, 28)

Сценарий 27.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,04$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04 = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 28.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,96 \cdot 0,042 = 0,04032.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04032 = 4,838 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 8,4 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,61} = 49,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 8,4 + 0,5 \cdot 61,5 = 39,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 49,4}{61,5} = 1,61; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 39,2}{61,5} = 1,27;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27 + 1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27 + 1) \cdot 0} = 2,78;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,61^2 + (1,27 - 1)^2 - 2 \cdot 1,61 \cdot (1,27 - 1) \cdot 0} = 1,63;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,27^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,27;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,26 \cdot \arctan(0,35) + 1,26 \cdot \left[\frac{1,61^2 + (1,27 + 1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) + \frac{1}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,39.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,35} \right) + \frac{0}{1,27} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,61 \cdot 1,27 - 0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) + \arctan \left(\frac{0,79^2 \cdot 0}{0,79 \cdot 1,27} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,61^2 + (1,27 + 1)^2 - 2 \cdot 1,27 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0)}{2,78 \cdot 1,63} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,78 \cdot 0,35}{1,63} \right) \right\} = \\ = 0,273.$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,39^2 + 0,273^2} = 0,476.$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (39,2 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,994.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,476 \cdot 0,994 = 9,51 \text{ кВт/м}^2.$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 22,1 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 2971,7 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2971,7}{\pi}} = 61,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 61,5}{6,314}}} = 3.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 3^{-0,5} = 0,578; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,578^2} = 0,816. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 61,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 61,5}} \right)^{0,67} \cdot 3^{0,21} = 55,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 22,1 + 0,5 \cdot 61,5 = 52,9 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 55,2}{61,5} = 1,79; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 52,9}{61,5} = 1,72; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 + 1) \cdot 0,816} = 1,63; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,79^2 + (1,72 - 1)^2 - 2 \cdot 1,79 \cdot (1,72 - 1) \cdot 0,816} = 1,28; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,72^2 - 1) \cdot 0,578^2} = 1,29; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -4,07 \cdot \arctan(0,51) + 4,07 \cdot \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) + \frac{0,578}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,361.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,51} \right) + \frac{0,816}{1,29} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,79 \cdot 1,72 - 1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) + \arctan \left(\frac{1,4^2 \cdot 0,816}{1,4 \cdot 1,29} \right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{1,79^2 + (1,72 + 1)^2 - 2 \cdot 1,72 \cdot (1 + 1,79 \cdot 0,816)}{1,63 \cdot 1,28} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,63 \cdot 0,51}{1,28} \right) \right\} = \\
&= 0,715.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,361^2 + 0,715^2} = 0,801$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

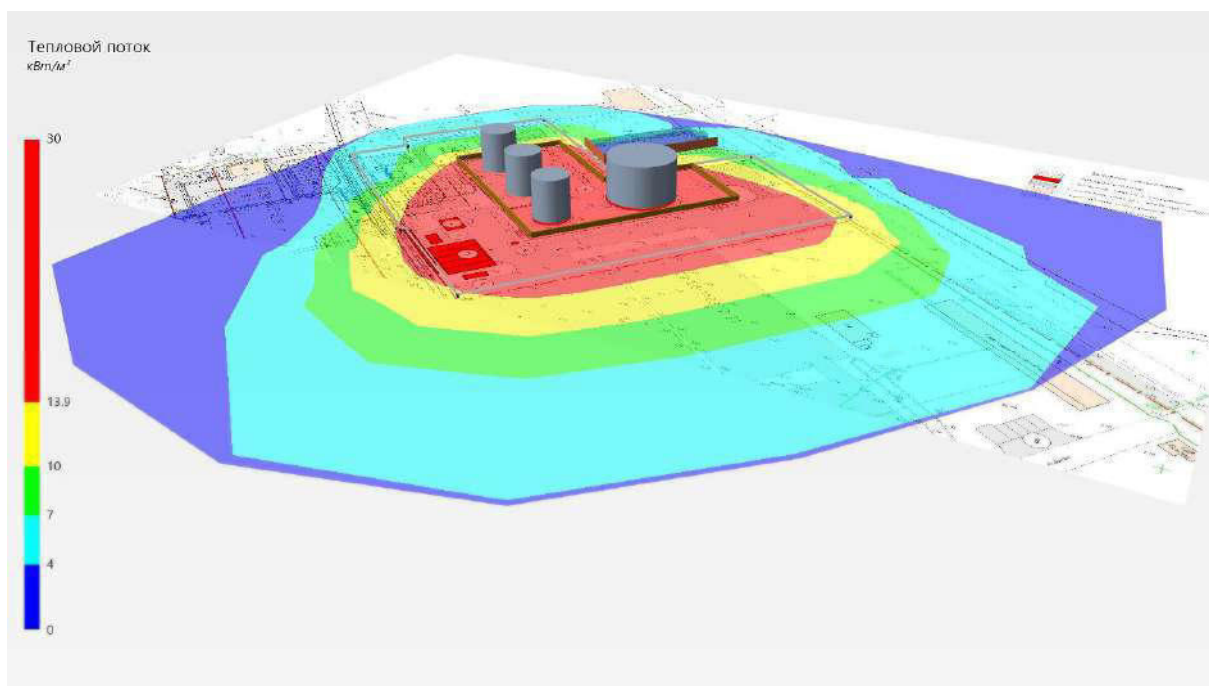
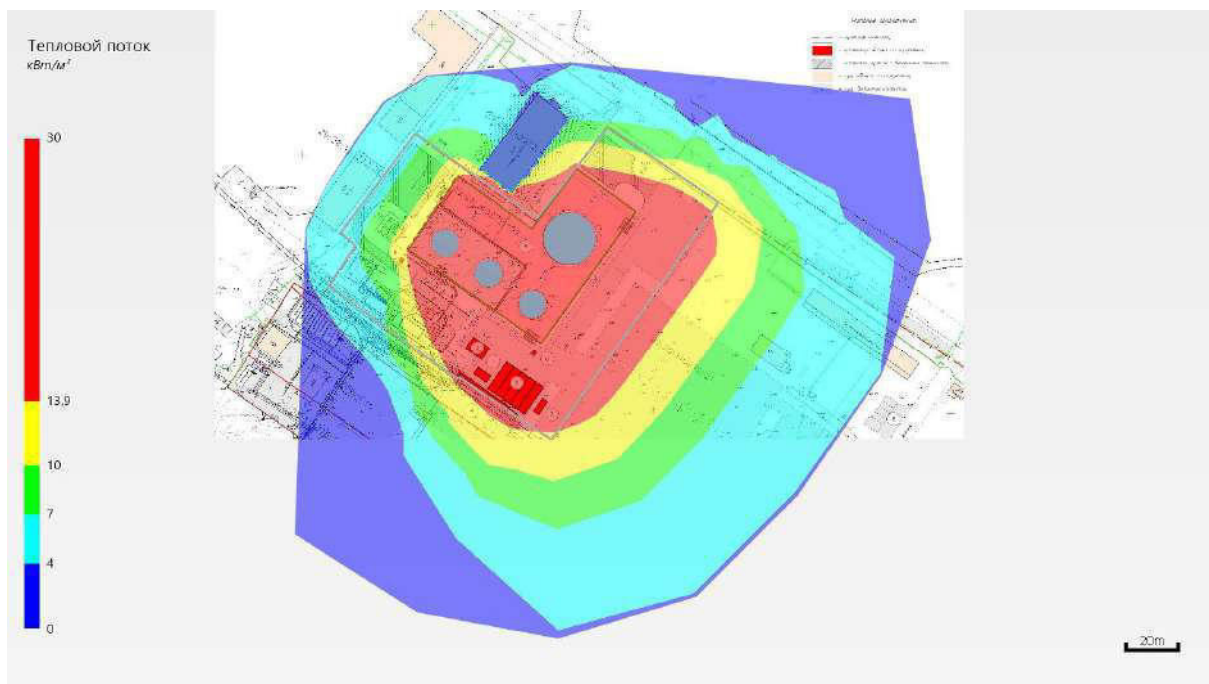
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (52,9 - 0,5 \cdot 61,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 61,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 61,5}) = 20,1 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

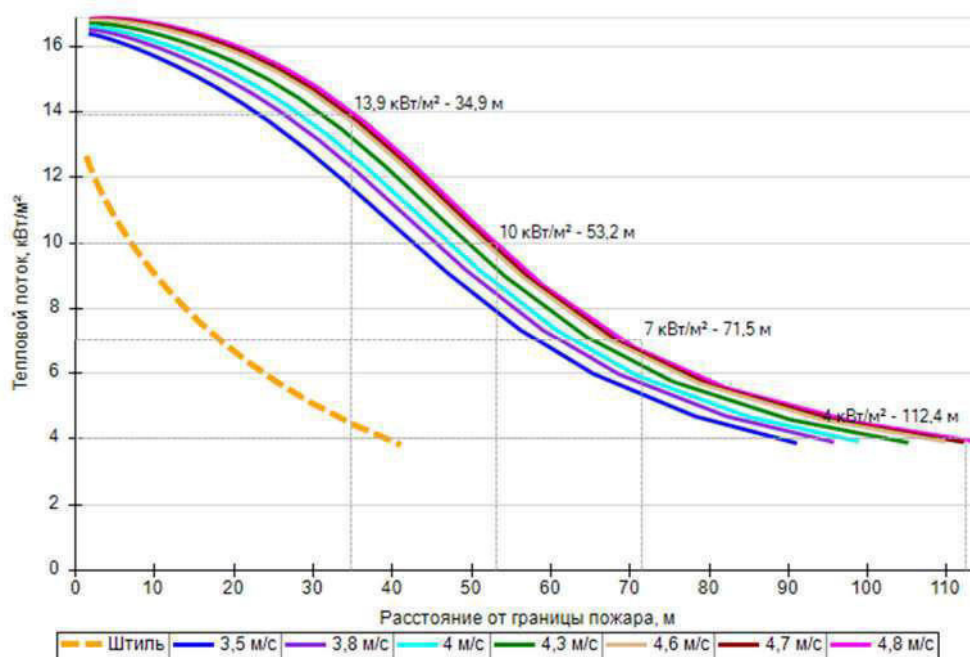
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20,1 \cdot 0,801 \cdot 0,985 = 15,83 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.4.3. Разрушение

Пожар пролива (сценарий 29, 30)

Сценарий 29.

Условная вероятность возникновения: $P = 0,05$.

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Сценарий 30.

Условная вероятность возникновения:

$$P = 0,95 \cdot 0,061 = 0,05795.$$

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05795 = 2,898 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 14,5 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м}.$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,61} = 82,7 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 14,5 + 0,5 \cdot 129,2 = 79,2 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 82,7}{129,2} = 1,28; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 79,2}{129,2} = 1,23;$$

$$A = \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 + 1) \cdot 0} = 2,57;$$

$$B = \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin\theta} = \\ = \sqrt{1,28^2 + (1,23 - 1)^2 - 2 \cdot 1,28 \cdot (1,23 - 1) \cdot 0} = 1,3;$$

$$C = \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,23^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,23;$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,04 \cdot \arctan(0,32) + 1,04 \cdot \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \times \right. \\ \times \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) + \frac{1}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] \Bigg\} = \\ = 0,406.$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \right\} = \\ = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,32} \right) + \frac{0}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,28 \cdot 1,23 - 0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{0,71^2 \cdot 0}{0,71 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\ \left. - \left[\frac{1,28^2 + (1,23 + 1)^2 - 2 \cdot 1,23 \cdot (1 + 1,28 \cdot 0)}{2,57 \cdot 1,3} \right] \cdot \arctan \left(\frac{2,57 \cdot 0,32}{1,3} \right) \right\} = \\ = 0,287.$$

$$\text{Угловой коэффициент облученности: } F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,406^2 + 0,287^2} = 0,497.$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (79,2 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,99.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\ = 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\text{Интенсивность теплового излучения: } q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,497 \cdot 0,99 = 9,85 \text{ кВт/м}^2.$$

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 31,4 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 13114,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13114,6}{\pi}} = 129,2 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 129,2}{6,314}}} = 2,34.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 2,34^{-0,5} = 0,654; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,654^2} = 0,757. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 129,2 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 129,2}} \right)^{0,67} \cdot 2,34^{0,21} = 85,8 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 31,4 + 0,5 \cdot 129,2 = 96 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 85,8}{129,2} = 1,33; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 96}{129,2} = 1,49; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 + 1) \cdot 0,757} = 1,72; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{1,33^2 + (1,49 - 1)^2 - 2 \cdot 1,33 \cdot (1,49 - 1) \cdot 0,757} = 1,01; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (1,49^2 - 1) \cdot 0,654^2} = 1,23; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,8 \cdot \arctan(0,44) + 1,8 \cdot \left[\frac{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \times \right. \\
&\times \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) + \frac{0,654}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] \Big\} = \\
&= 0,396.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \Big\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan \left(\frac{1}{0,44} \right) + \frac{0,757}{1,23} \cdot \left[\arctan \left(\frac{1,33 \cdot 1,49 - 1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) + \arctan \left(\frac{1,1^2 \cdot 0,757}{1,1 \cdot 1,23} \right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{1,33^2 + (1,49 + 1)^2 - 2 \cdot 1,49 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,757)}{1,72 \cdot 1,01} \right] \cdot \arctan \left(\frac{1,72 \cdot 0,44}{1,01} \right) \Big\} = \\
&= 0,665.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,396^2 + 0,665^2} = 0,774$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

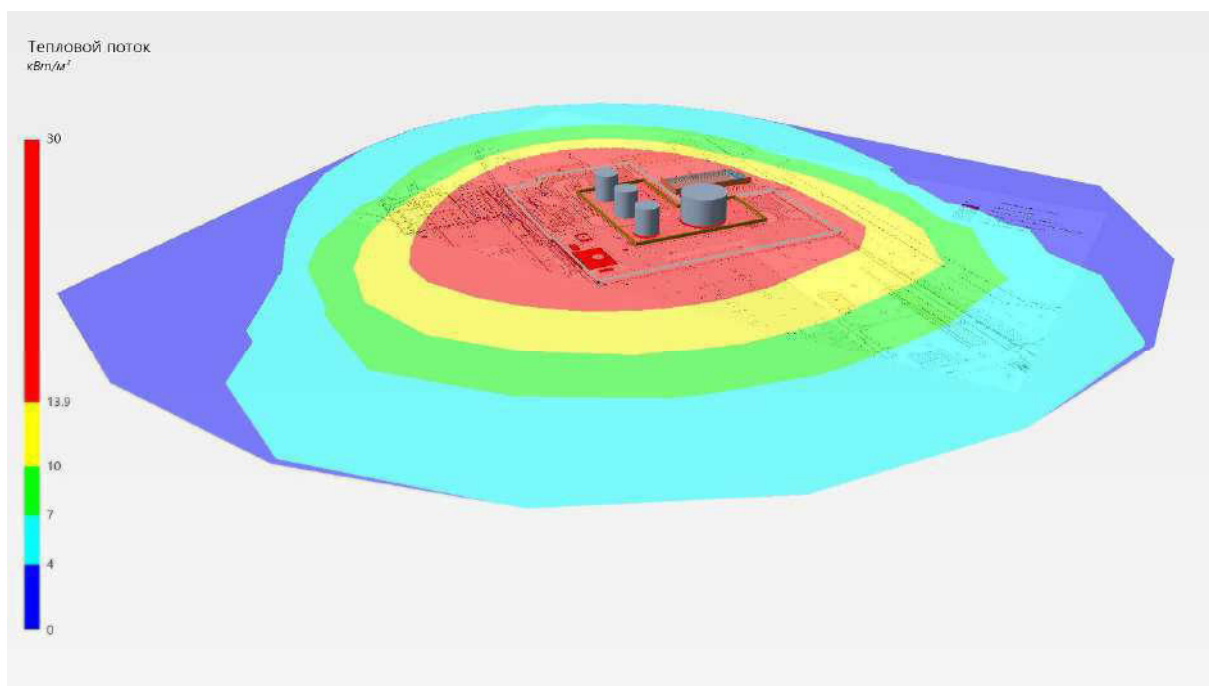
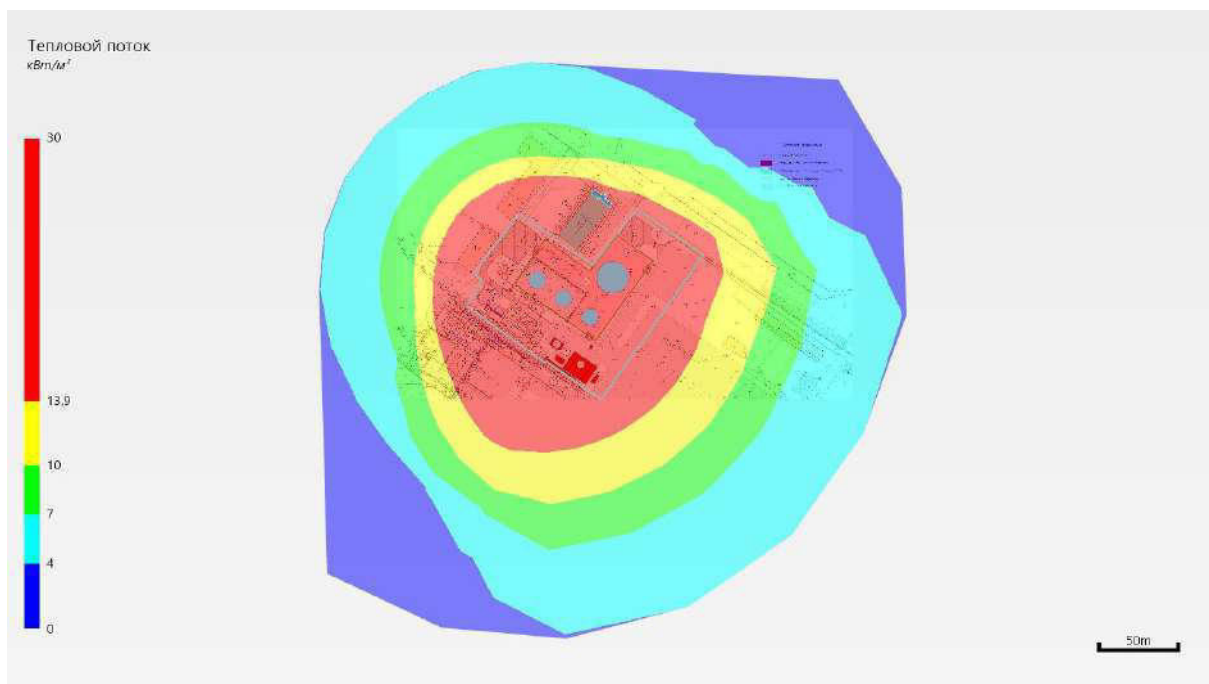
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (96 - 0,5 \cdot 129,2)) = 0,978.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 129,2} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 129,2}) = 20 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

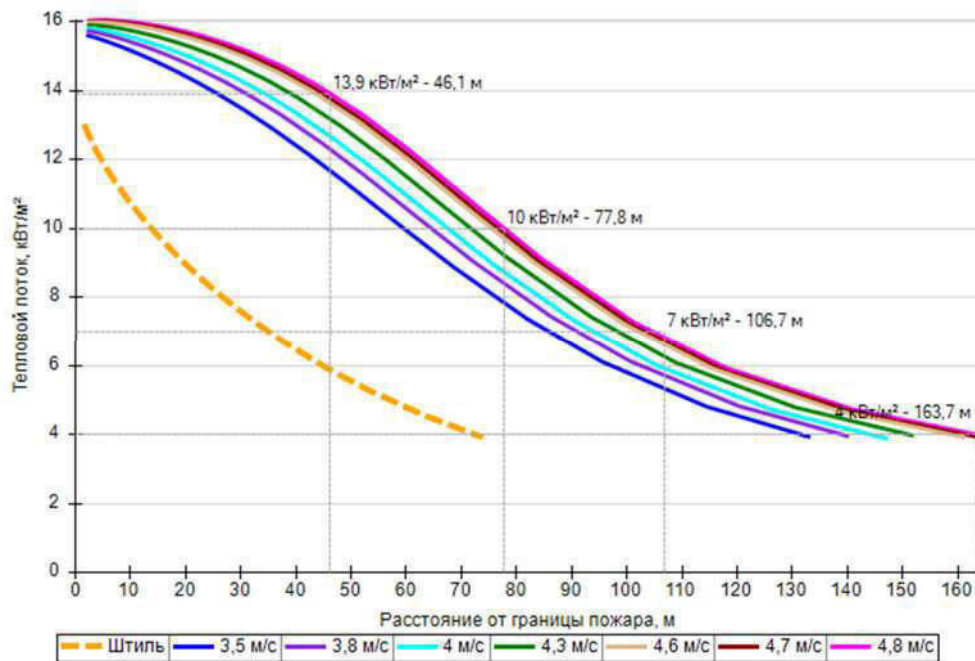
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 20 \cdot 0,774 \cdot 0,978 = 15,14 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.4.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре (сценарий 31)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 2,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,61} = 5,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 2,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 4 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 5,4}{2,5} = 4,25; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 4}{2,5} = 3,18;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18+1) \cdot 0} = 5,96; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{4,25^2 + (3,18-1)^2 - 2 \cdot 4,25 \cdot (3,18-1) \cdot 0} = 4,78; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (3,18^2 - 1) \cdot 1^2} = 3,18;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,34 \cdot \arctan(0,72) + 1,34 \cdot \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) + \frac{1}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,149.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,72}\right) + \frac{0}{3,18} \cdot \left[\arctan\left(\frac{4,25 \cdot 3,18 - 3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) + \arctan\left(\frac{3,02^2 \cdot 0}{3,02 \cdot 3,18}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{4,25^2 + (3,18+1)^2 - 2 \cdot 3,18 \cdot (1 + 4,25 \cdot 0)}{5,96 \cdot 4,78} \right] \cdot \arctan\left(\frac{5,96 \cdot 0,72}{4,78}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,078.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,149^2 + 0,078^2} = 0,168$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (4 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,998.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,168 \cdot 0,998 = 18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 15,7 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 5 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{\pi}} = 2,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 2,5}{6,314}}} = 8,68.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 8,68^{-0,5} = 0,339; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,339^2} = 0,941. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 2,5}} \right)^{0,67} \cdot 8,68^{0,21} = 8,2 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 15,7 + 0,5 \cdot 2,5 = 17 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 8,2}{2,5} = 6,54; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 17}{2,5} = 13,45; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45+1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45+1) \cdot 0,941} = 8,6; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{6,54^2 + (13,45-1)^2 - 2 \cdot 6,54 \cdot (13,45-1) \cdot 0,941} = 6,68; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (13,45^2 - 1) \cdot 0,339^2} = 4,66; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,3 \cdot \arctan(0,93) + 0,3 \cdot \left[\frac{6,54^2 + (13,45+1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68} \right) + \frac{0,339}{4,66} \cdot \left[\arctan \left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) + \arctan \left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,022. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,93}\right) + \frac{0,941}{4,66} \cdot \left[\arctan\left(\frac{6,54 \cdot 13,45 - 13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) + \arctan\left(\frac{13,42^2 \cdot 0,941}{13,42 \cdot 4,66}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{6,54^2 + (13,45 + 1)^2 - 2 \cdot 13,45 \cdot (1 + 6,54 \cdot 0,941)}{8,6 \cdot 6,68} \right] \cdot \arctan\left(\frac{8,6 \cdot 0,93}{6,68}\right) \right\} = \\
&= 0,163.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,022^2 + 0,163^2} = 0,164$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

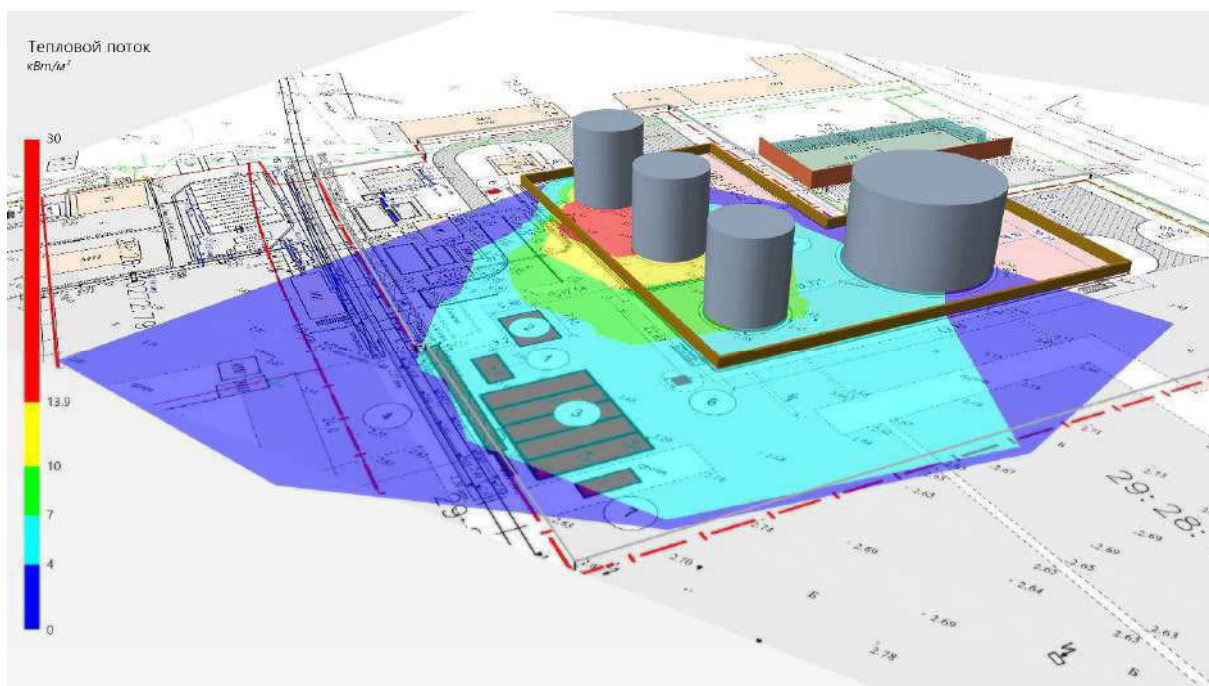
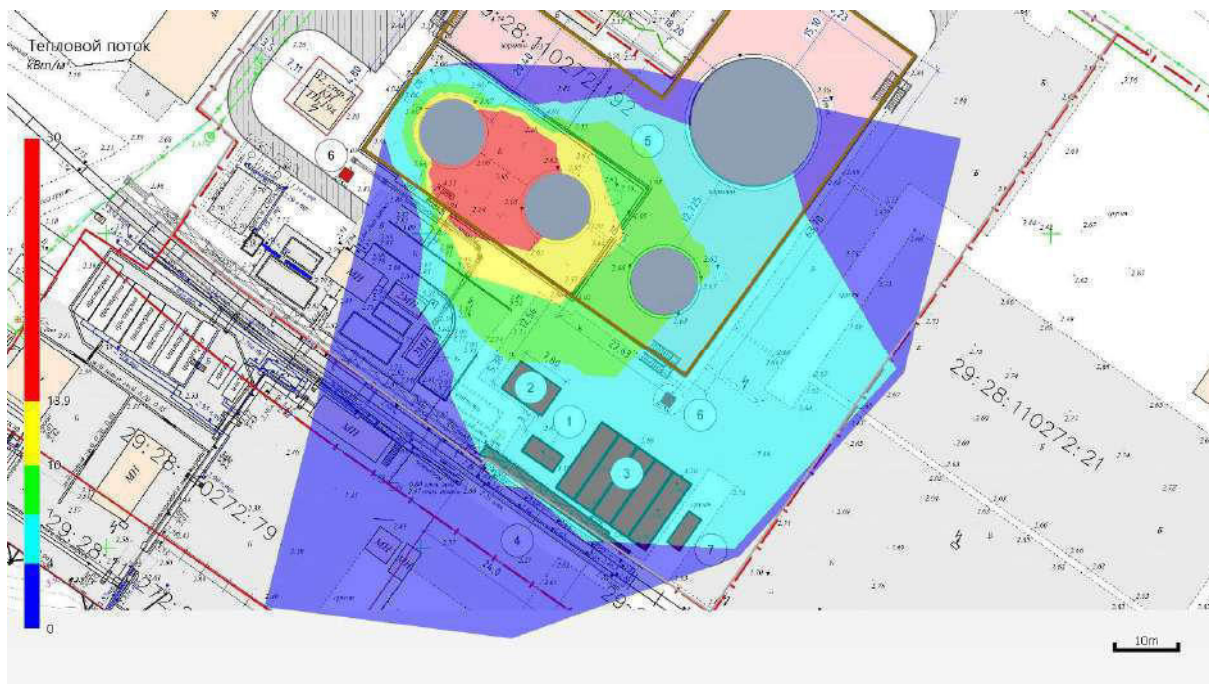
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (17 - 0,5 \cdot 2,5)) = 0,989.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 2,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 2,5}) = 108,7 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

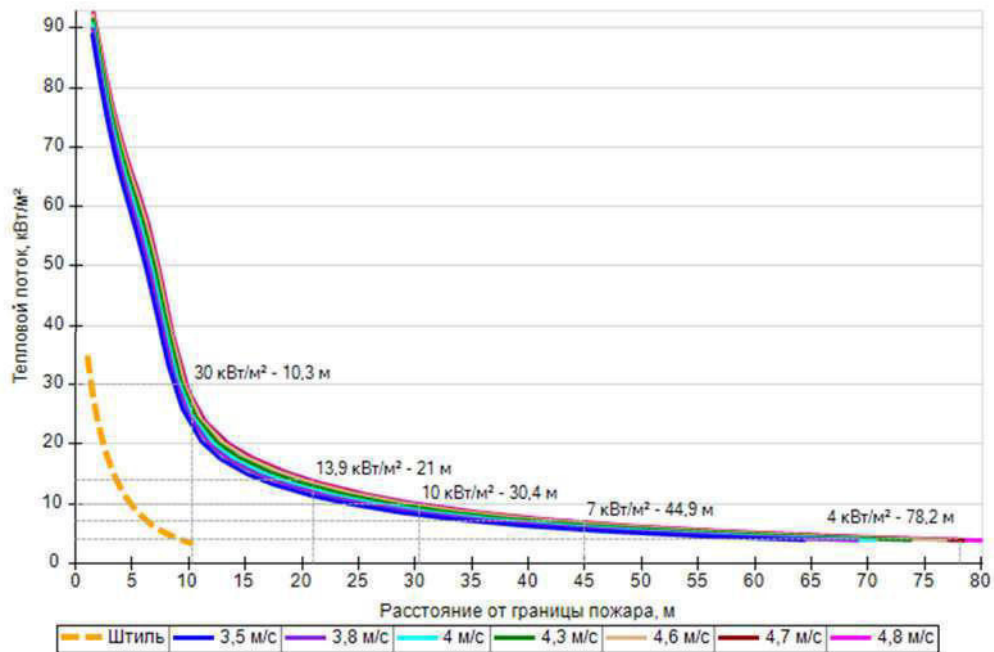
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 108,7 \cdot 0,164 \cdot 0,989 = 17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

5.4.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности (сценарий 32)

Частота возникновения: $Q = Q_{ав.с.} \cdot P = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Расчет теплового потока при штиле.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 4,7 м от края пролива (края площади пожара).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{0}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 0.$$

При $u_* < 1$ принимается: $\cos\theta = 1$; $\sin\theta = 0$.

Длина пламени:

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,61} = 14,4 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 4,7 + 0,5 \cdot 10,5 = 10 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$a = \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 14,4}{10,5} = 2,75; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 10}{10,5} = 1,9;$$

$$\begin{aligned}
A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9+1) \cdot 0} = 4; \\
B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin\theta} = \\
&= \sqrt{2,75^2 + (1,9-1)^2 - 2 \cdot 2,75 \cdot (1,9-1) \cdot 0} = 2,9; \\
C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2\theta} = \sqrt{1 + (1,9^2 - 1) \cdot 1^2} = 1,9;
\end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) + \frac{\cos\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -1,45 \cdot \arctan(0,56) + 1,45 \cdot \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \times \right. \\
&\times \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) + \frac{1}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] \Bigg\} = \\
&= 0,257.
\end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \Bigg\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,56}\right) + \frac{0}{1,9} \cdot \left[\arctan\left(\frac{2,75 \cdot 1,9 - 1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) + \arctan\left(\frac{1,62^2 \cdot 0}{1,62 \cdot 1,9}\right) \right] - \right. \\
&- \left[\frac{2,75^2 + (1,9+1)^2 - 2 \cdot 1,9 \cdot (1 + 2,75 \cdot 0)}{4 \cdot 2,9} \right] \cdot \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,56}{2,9}\right) \Bigg\} = \\
&= 0,154.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,257^2 + 0,154^2} = 0,3$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (10 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,997.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,3 \cdot 0,997 = 16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет теплового потока при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет теплового потока для точки, расположенной на расстоянии 21,2 м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (значения теплового потока для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Площадь пожара: $F_{\Pi} = 86,6 \text{ м}^2$.

Эффективный диаметр площади пожара:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\Pi}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 86,6}{\pi}} = 10,5 \text{ м.}$$

Параметр u_* :

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_{\Pi}}}} = \frac{4,8}{\sqrt[3]{\frac{0,043 \cdot 9,81 \cdot 10,5}{6,314}}} = 5,4.$$

При $u_* \geq 1$ принимается:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= u_*^{-0,5} = 5,4^{-0,5} = 0,43; \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0,43^2} = 0,903. \end{aligned}$$

Длина пламени:

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21} = 55 \cdot 10,5 \cdot \left(\frac{0,043}{1,15 \cdot \sqrt{9,81 \cdot 10,5}} \right)^{0,67} \cdot 5,4^{0,21} = 19,3 \text{ м.}$$

Расстояние от геометрического центра пожара до облучаемого объекта:

$$X = r + 0,5 \cdot d = 21,2 + 0,5 \cdot 10,5 = 26,5 \text{ м.}$$

Расчетные величины:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L}{d} = \frac{2 \cdot 19,3}{10,5} = 3,67; \quad b = \frac{2X}{d} = \frac{2 \cdot 26,5}{10,5} = 5,04; \\ A &= \sqrt{a^2 + (b+1)^2 - 2a(b+1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04+1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04+1) \cdot 0,903} = 3,16; \\ B &= \sqrt{a^2 + (b-1)^2 - 2a(b-1) \cdot \sin \theta} = \\ &= \sqrt{3,67^2 + (5,04-1)^2 - 2 \cdot 3,67 \cdot (5,04-1) \cdot 0,903} = 1,74; \\ C &= \sqrt{1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta} = \sqrt{1 + (5,04^2 - 1) \cdot 0,43^2} = 2,35; \end{aligned}$$

Фактор облученности для вертикальной площадки:

$$\begin{aligned} F_V &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -E \cdot \arctan D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\arctan \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \arctan \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ -0,91 \cdot \arctan(0,82) + 0,91 \cdot \left[\frac{3,67^2 + (5,04+1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \times \right. \\ &\times \arctan \left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74} \right) + \frac{0,43}{2,35} \cdot \left[\arctan \left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) + \arctan \left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35} \right) \right] \Bigg\} = \\ &= 0,182. \end{aligned}$$

Фактор облученности для горизонтальной площадки:

$$\begin{aligned}
F_H &= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{D}\right) + \frac{\sin\theta}{C} \cdot \left[\arctan\left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) + \arctan\left(\frac{F^2 \cdot \sin\theta}{F \cdot C}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin\theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \arctan\left(\frac{A \cdot D}{B}\right) \right\} = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \arctan\left(\frac{1}{0,82}\right) + \frac{0,903}{2,35} \cdot \left[\arctan\left(\frac{3,67 \cdot 5,04 - 4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) + \arctan\left(\frac{4,94^2 \cdot 0,903}{4,94 \cdot 2,35}\right) \right] - \right. \\
&\quad \left. - \left[\frac{3,67^2 + (5,04 + 1)^2 - 2 \cdot 5,04 \cdot (1 + 3,67 \cdot 0,903)}{3,16 \cdot 1,74} \right] \cdot \arctan\left(\frac{3,16 \cdot 0,82}{1,74}\right) \right\} = \\
&= 0,345.
\end{aligned}$$

Угловой коэффициент облученности: $F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} = \sqrt{0,182^2 + 0,345^2} = 0,39$.

Коэффициент пропускания атмосферы:

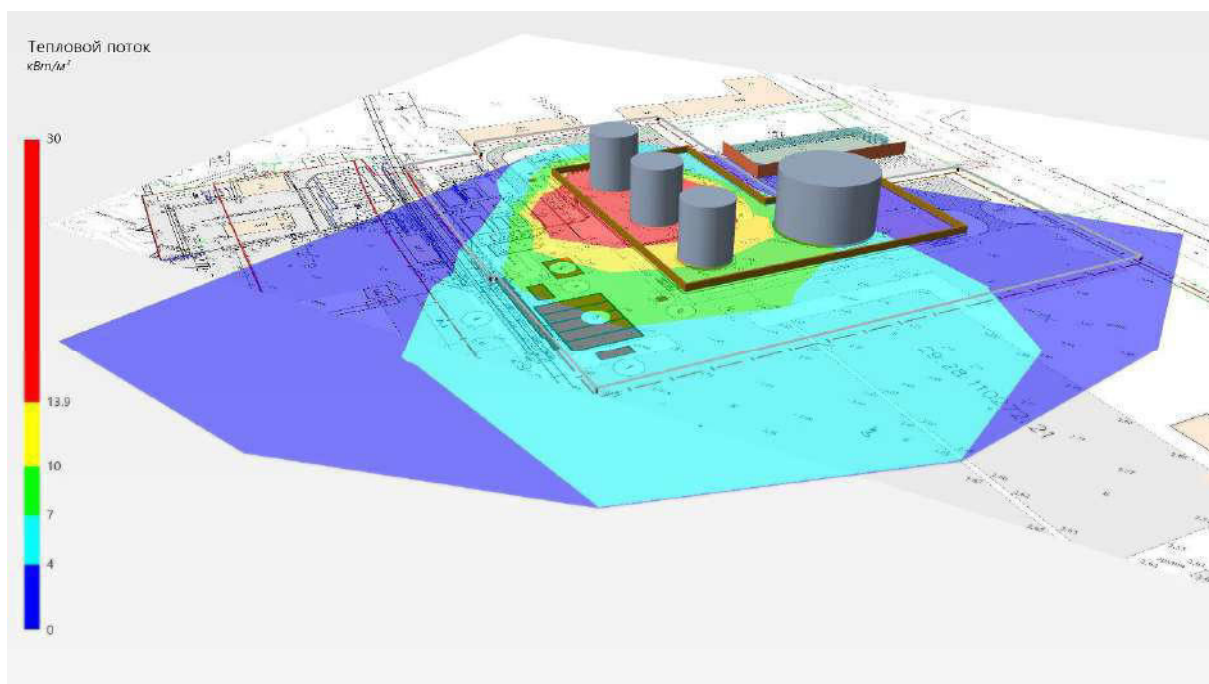
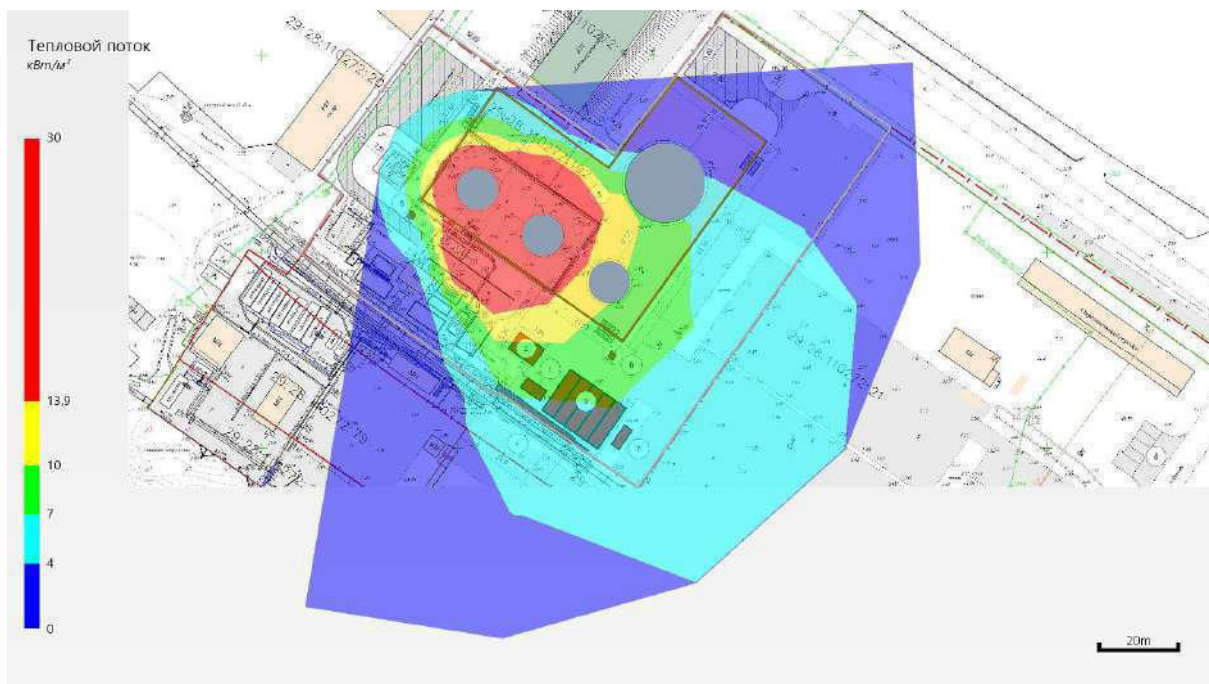
$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)) = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (26,5 - 0,5 \cdot 10,5)) = 0,985.$$

Среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени:

$$\begin{aligned}
E_f &= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot d}) = \\
&= 140 \cdot e^{-0,12 \cdot 10,5} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot 10,5}) = 54 \text{ кВт/м}^2.
\end{aligned}$$

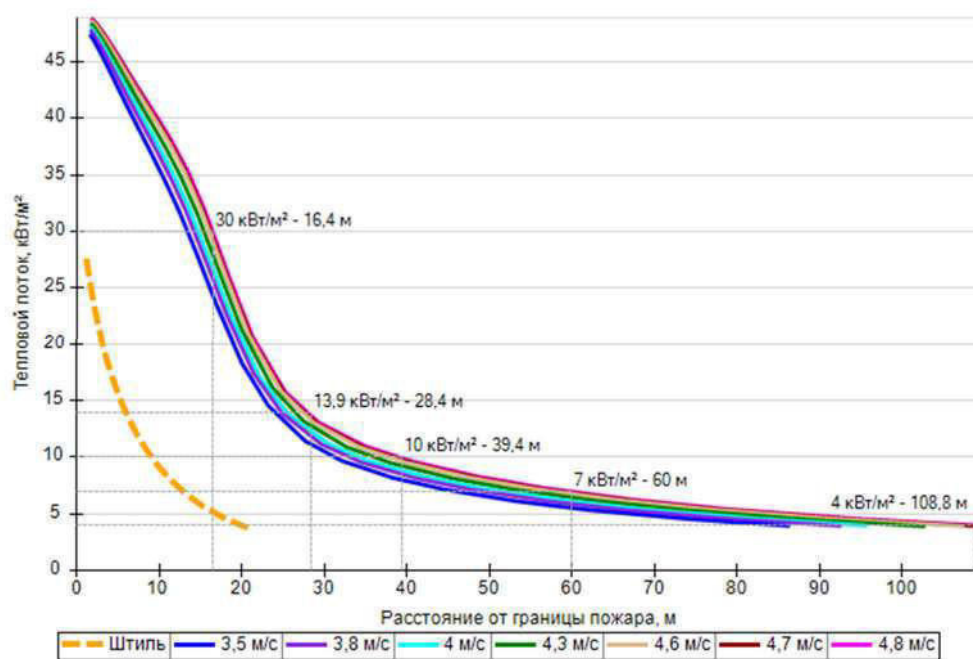
Интенсивность теплового излучения: $q = E_f \cdot F_q \cdot \tau = 54 \cdot 0,39 \cdot 0,985 = 20,76 \text{ кВт/м}^2$.

Аналогично были получены величины плотности теплового потока на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин теплового потока

На графике ниже представлены зависимости теплового потока от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений теплового потока при различной силе ветра

6. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей

6.1. РВС_01

6.1.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 5,3$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $11,6$ кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 23,9 - 5,3 = 18,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{18,6}{5} = 8,7 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,7 \cdot 11,6^{4/3}) = 1,112.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,112-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,00005.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8$ м/с.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 18$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $21,07$ кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 92,6 - 18 = 74,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{74,6}{5} = 19,9 \text{ с.}$$

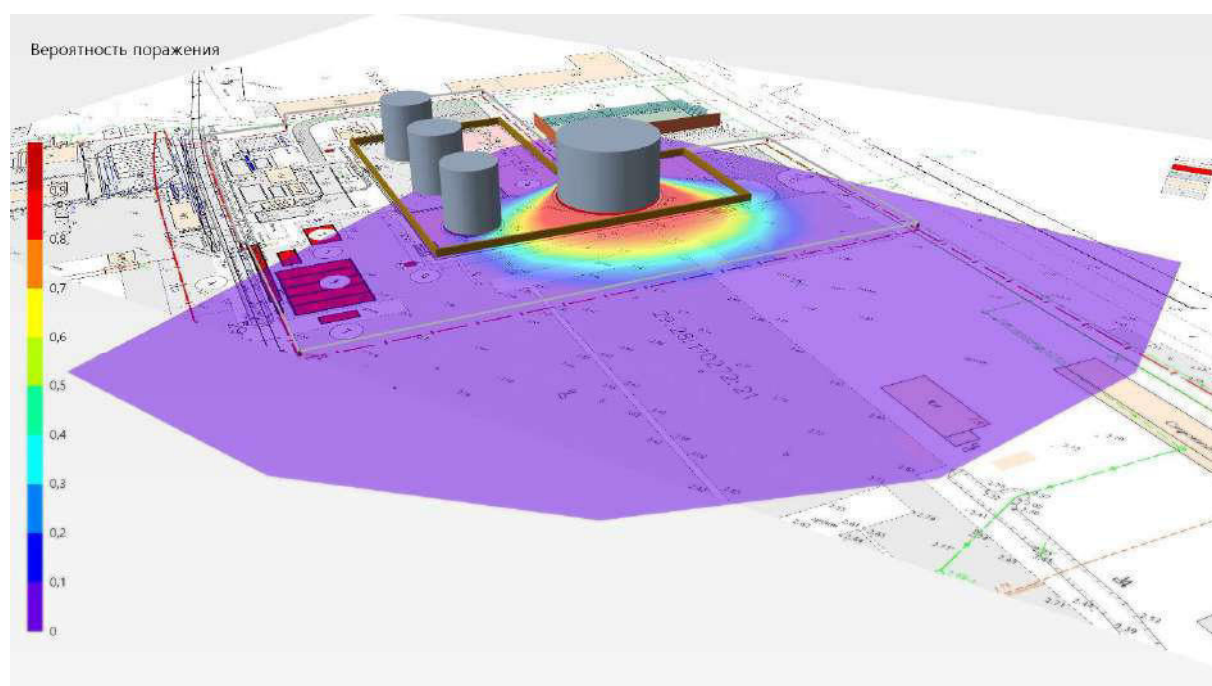
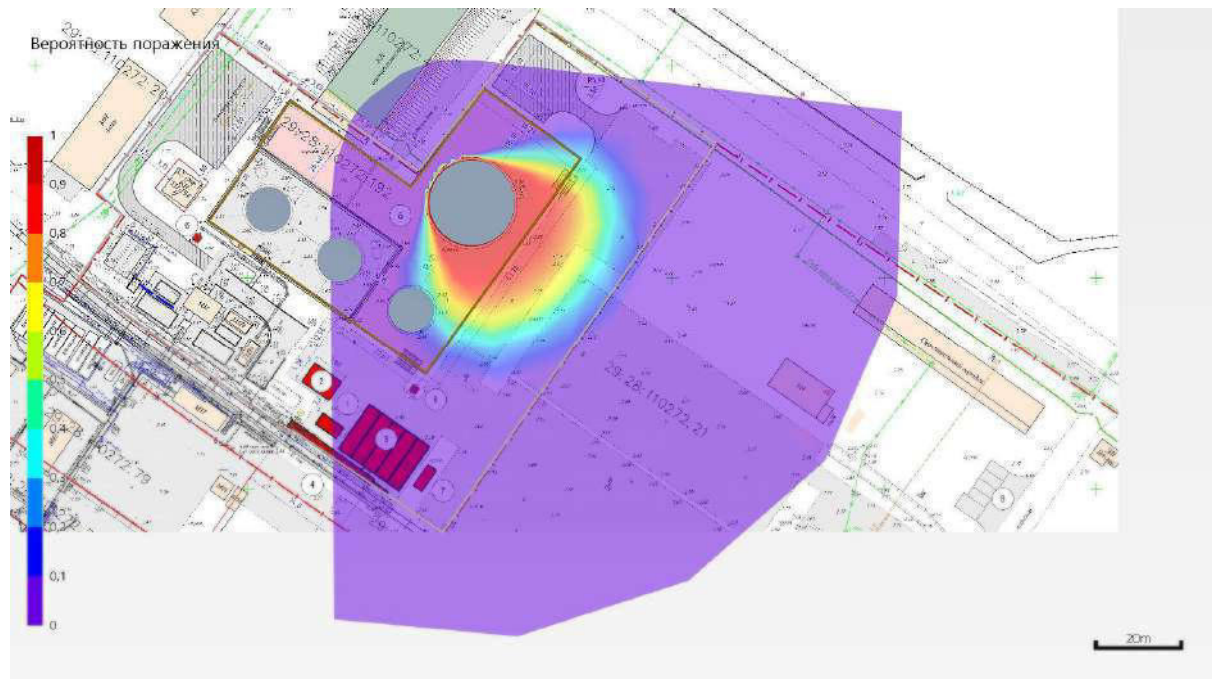
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(19,9 \cdot 21,07^{4/3}) = 5,261.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

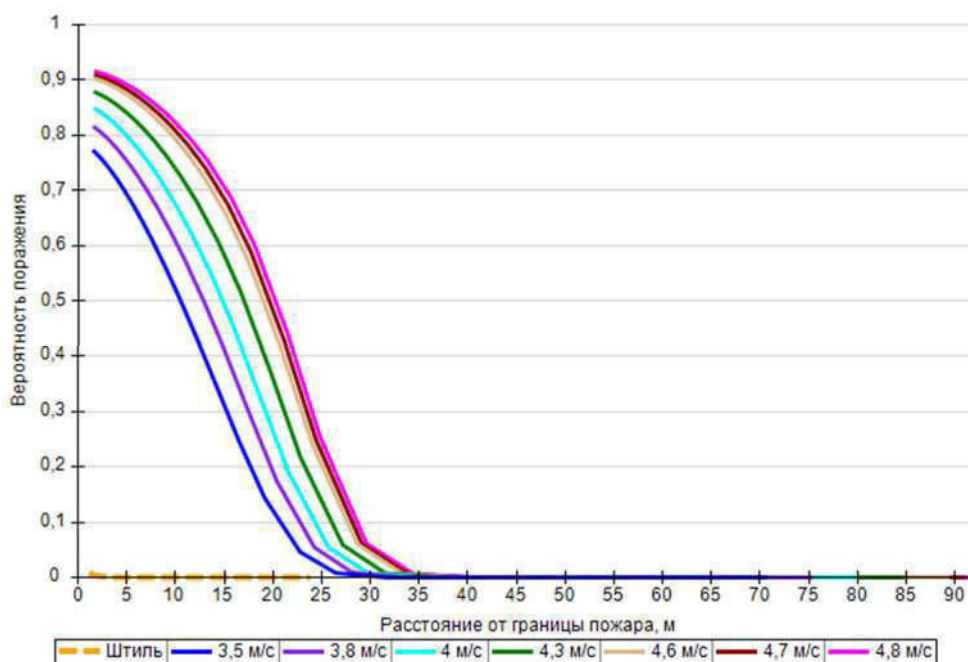
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,261-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,603405.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.1.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 8,4$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,51 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 41,1 - 8,4 = 32,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{32,6}{5} = 11,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(11,5 \cdot 9,51^{4/3}) = 1,145.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,145-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,000057.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 22,1$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $15,83 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 114,5 - 22,1 = 92,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{92,4}{5} = 23,5 \text{ с.}$$

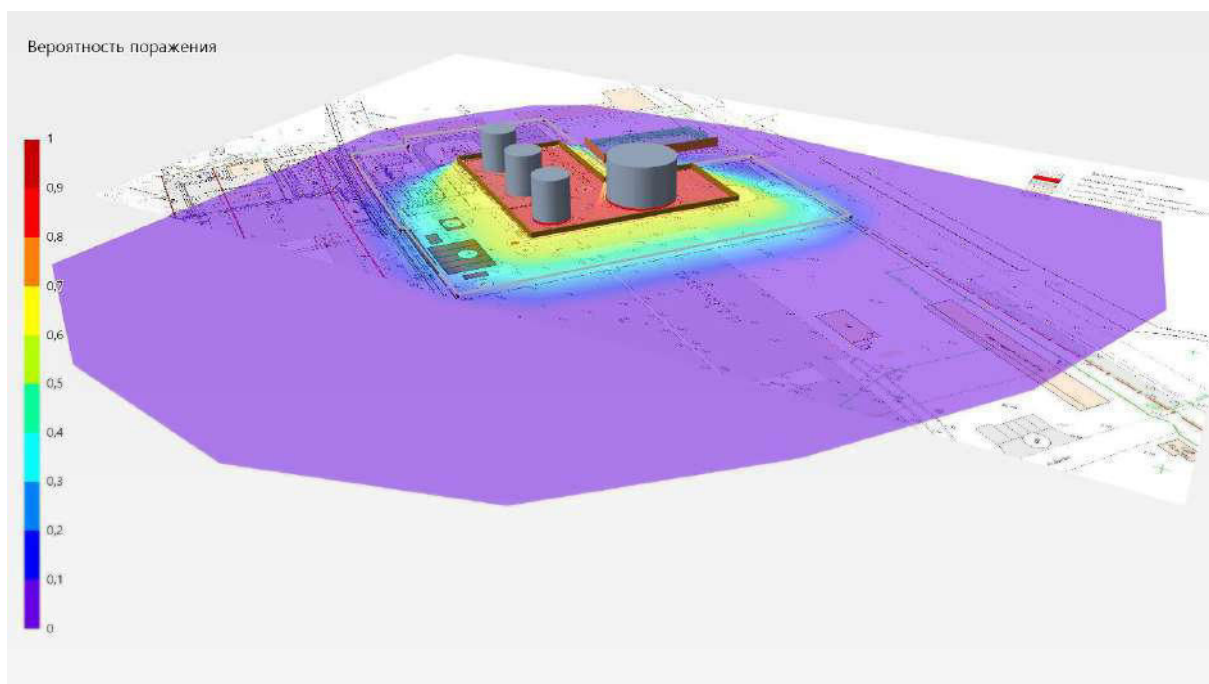
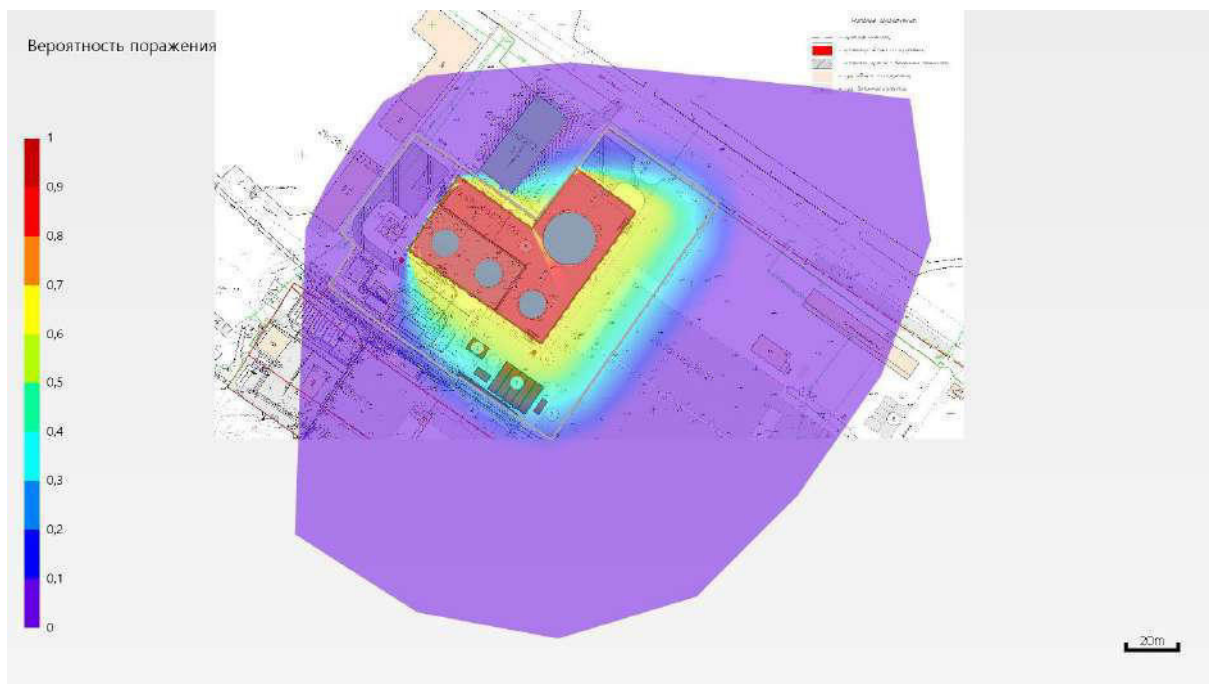
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(23,5 \cdot 15,83^{4/3}) = 4,707.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

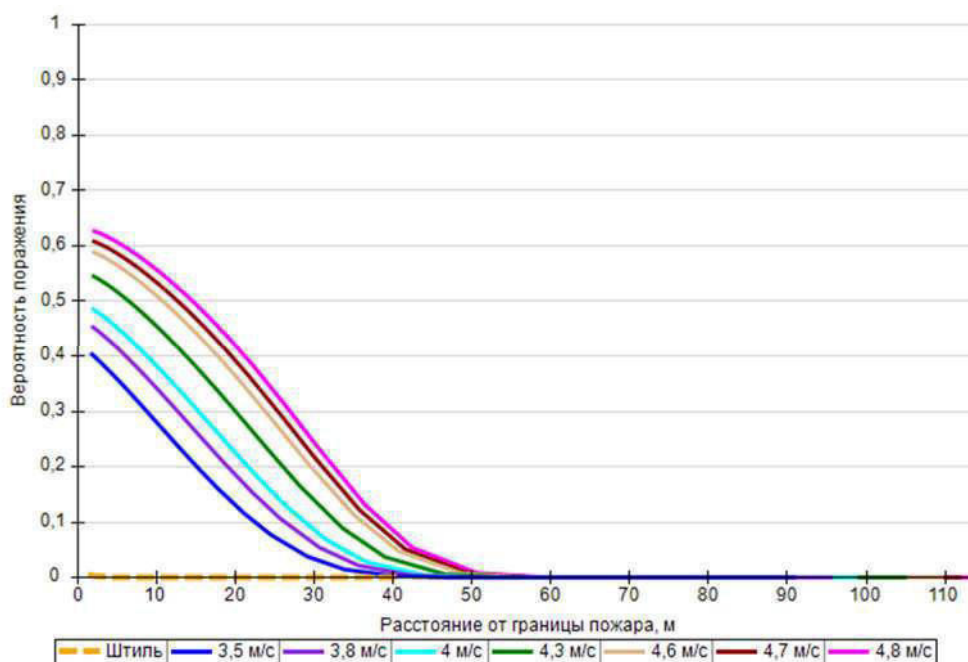
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,707-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,384352.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.1.3. Разрушение

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 20,8$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $10,01 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 107,5 - 20,8 = 86,7 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{86,7}{5} = 22,3 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(22,3 \cdot 10,01^{4/3}) = 3,013.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{3,013-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,023354.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 39$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 14,58 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 205,1 - 39 = 166,2 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{166,2}{5} = 38,2 \text{ с.}$$

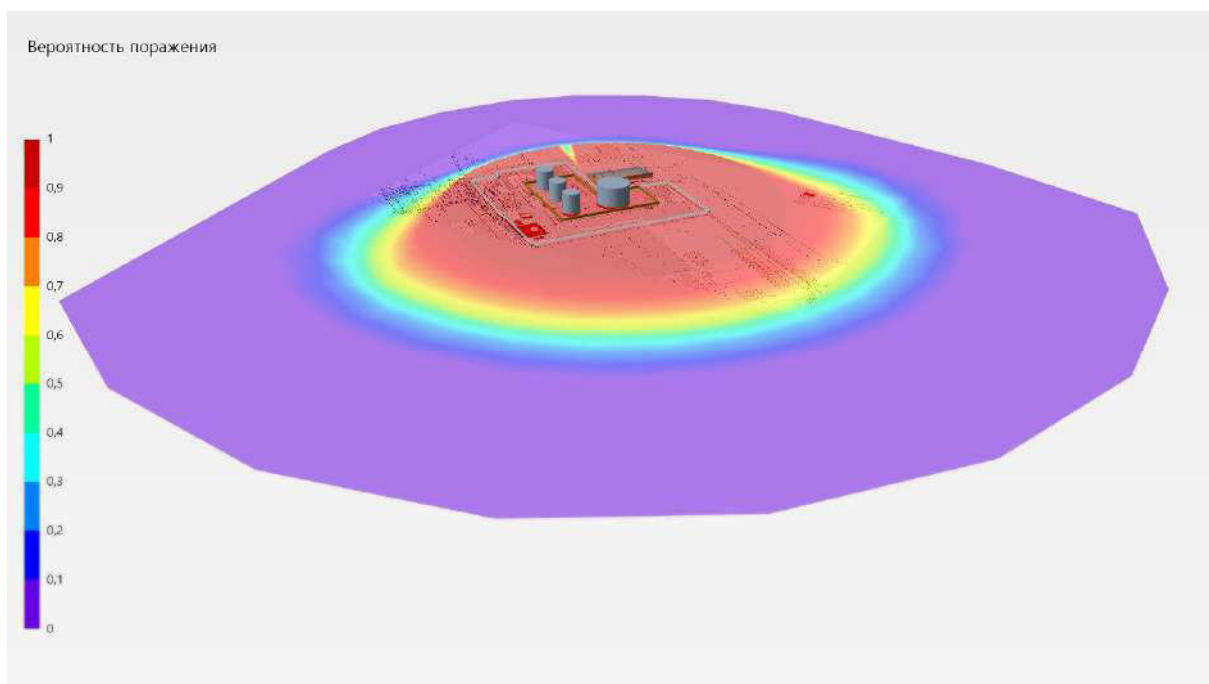
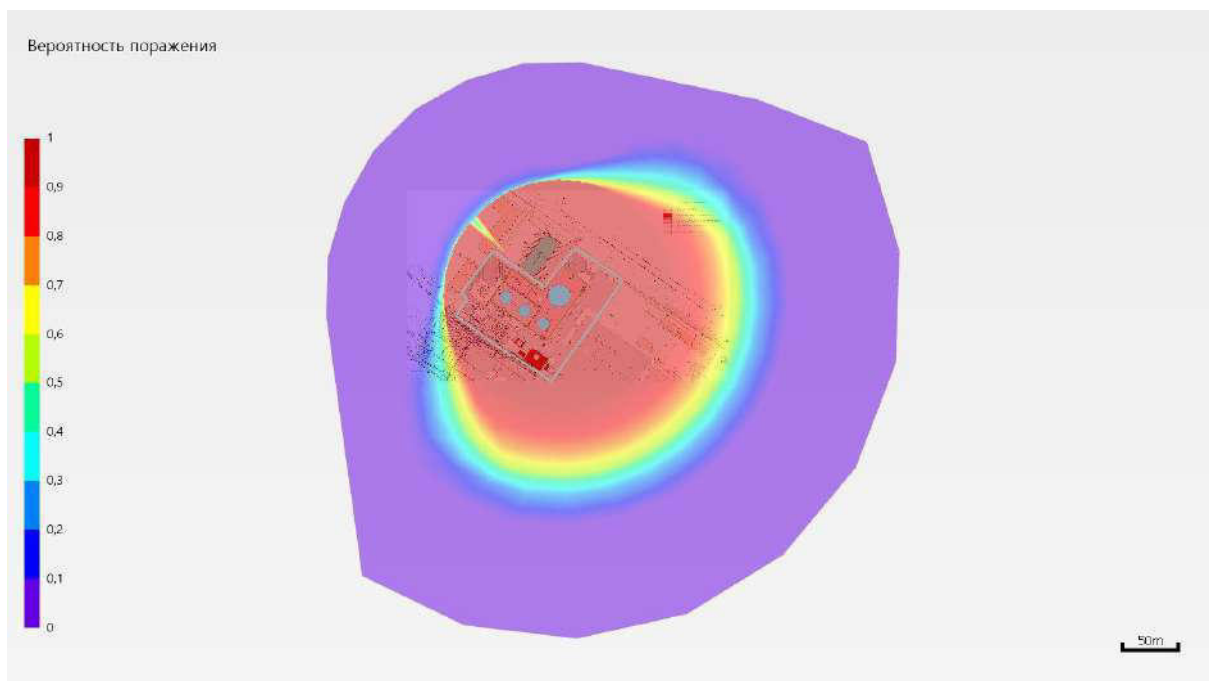
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(38,2 \cdot 14,58^{4/3}) = 5,674.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

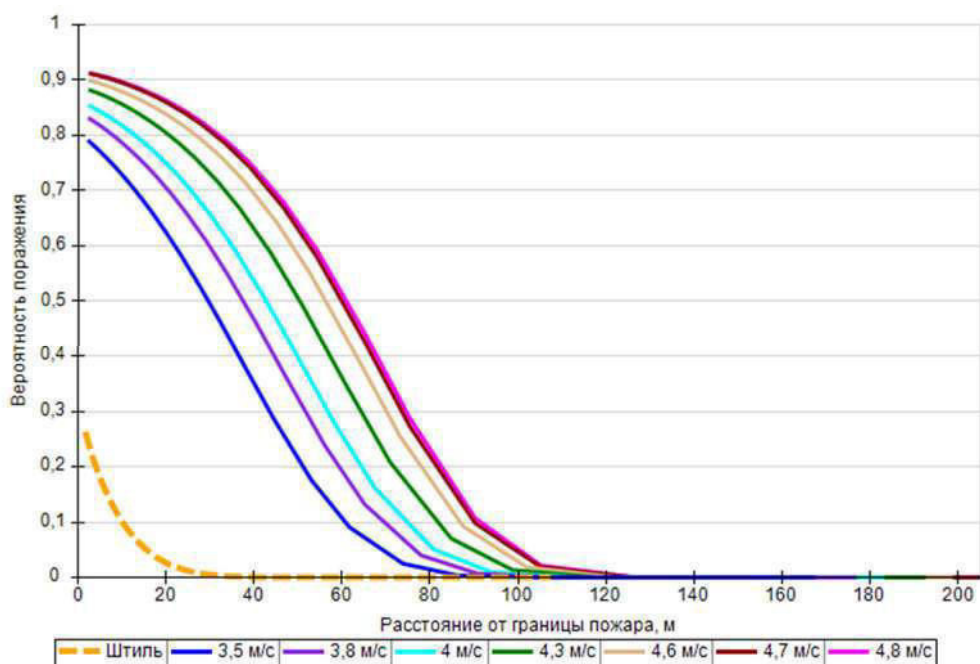
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,674-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,750414.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.1.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 2,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 10,4 - 2,7 = 7,7 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{7,7}{5} = 6,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(6,5 \cdot 18,27^{4/3}) = 1,92.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,92-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001029.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 15,7$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 80,1 - 15,7 = 64,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{64,4}{5} = 17,9 \text{ с.}$$

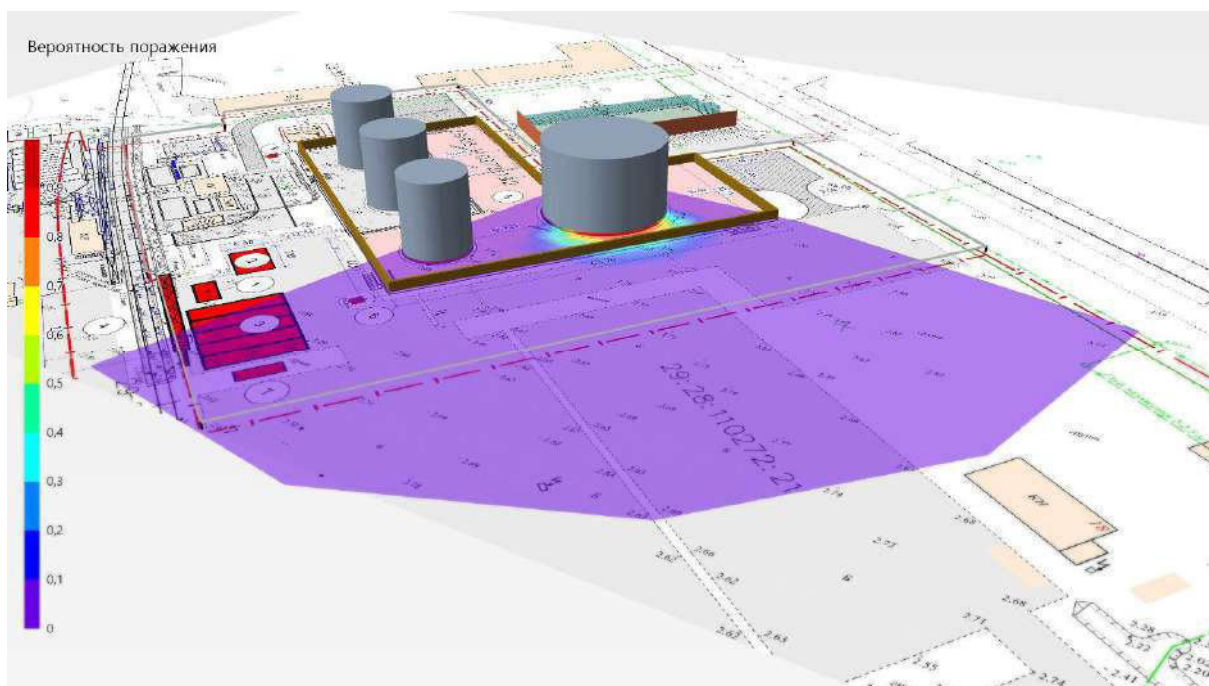
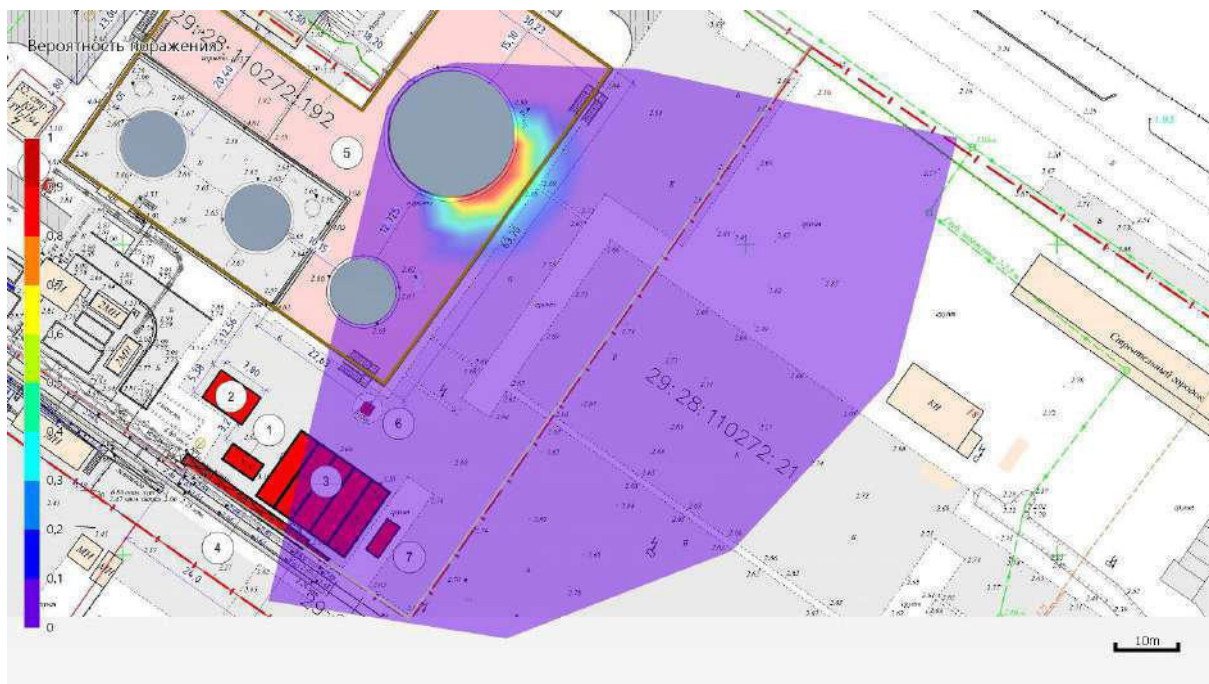
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(17,9 \cdot 17,67^{4/3}) = 4,384.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

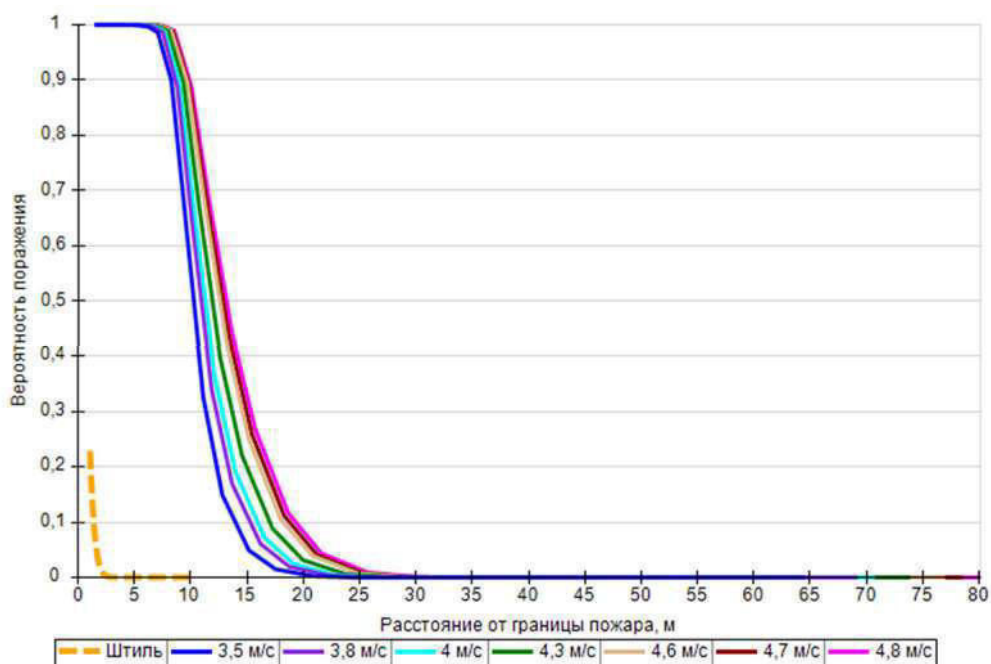
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,384-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,268656.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.1.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 5,3$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $11,92 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 23,9 - 5,3 = 18,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{18,6}{5} = 8,7 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,7 \cdot 11,92^{4/3}) = 1,204.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,204-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,000073.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 18,6$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $21,46 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 95,8 - 18,6 = 77,1 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{77,1}{5} = 20,4 \text{ с.}$$

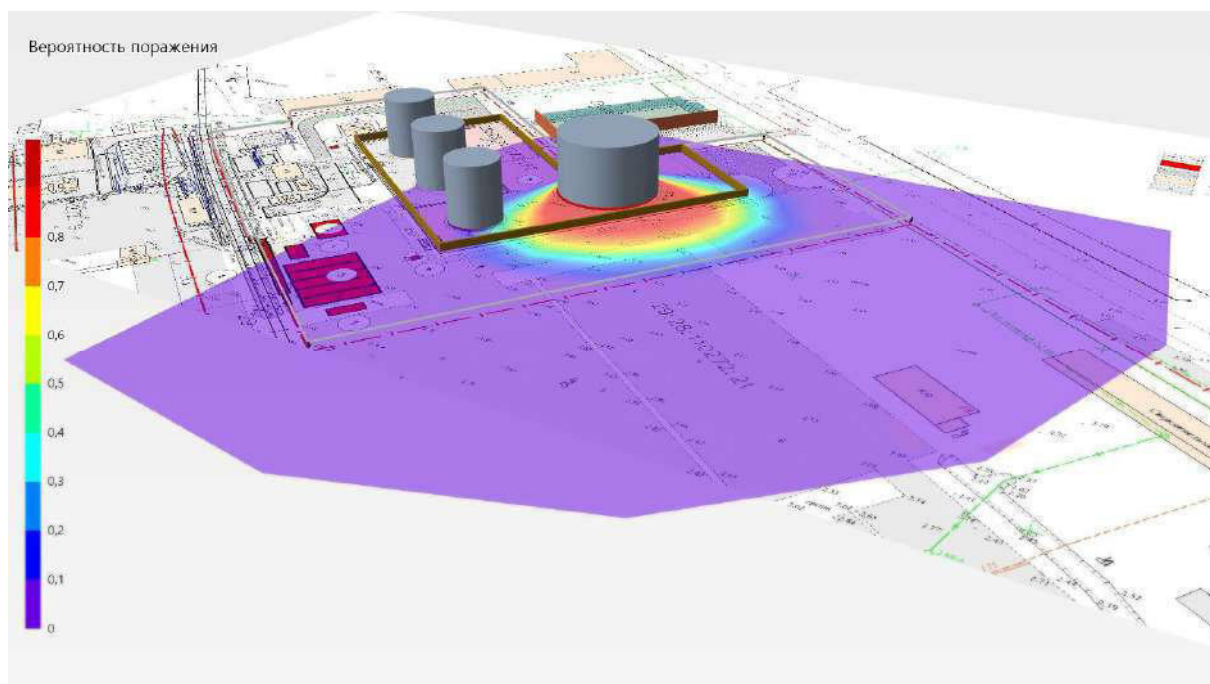
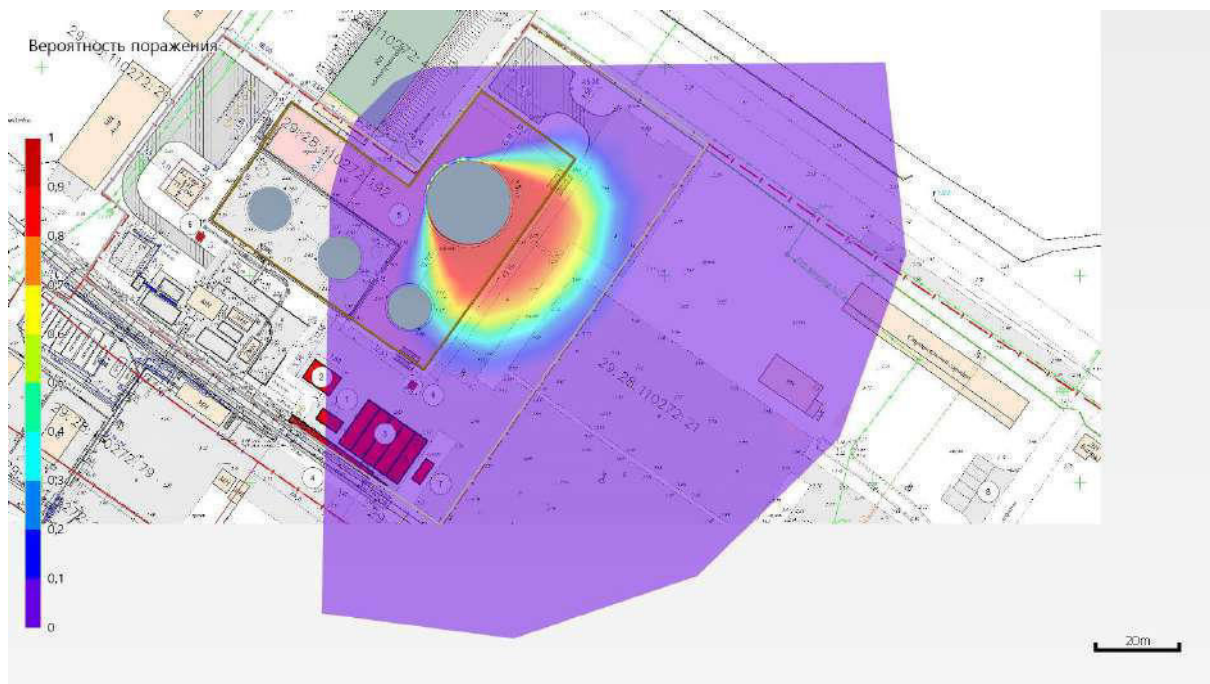
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(20,4 \cdot 21,46^{4/3}) = 5,389.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

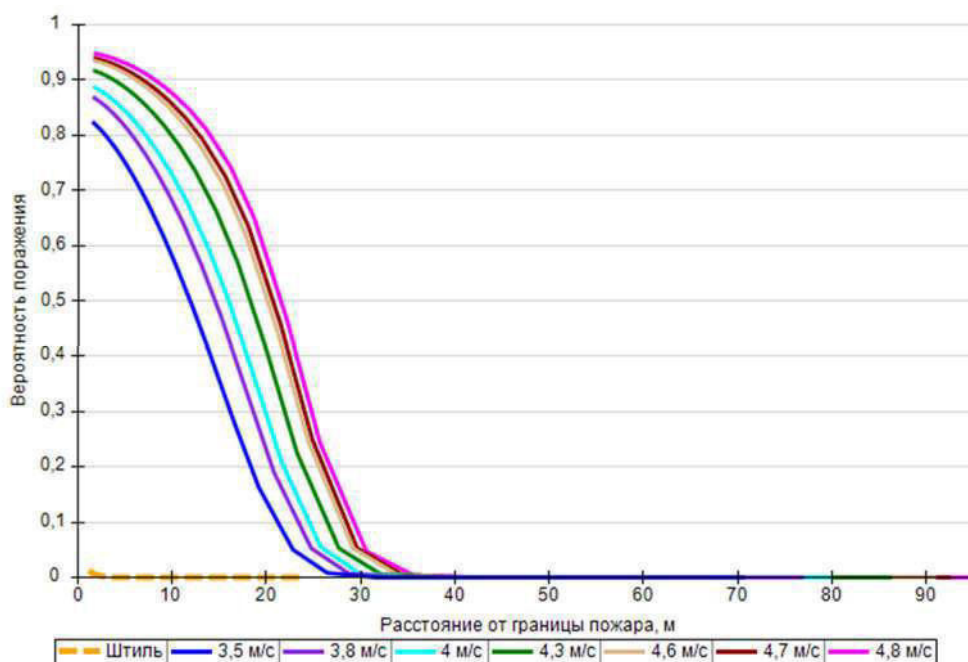
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,389-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,651715.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.2. PBC_02

6.2.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 5,3$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 23,9 - 5,3 = 18,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{18,6}{5} = 8,7 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,7 \cdot 11,6^{4/3}) = 1,112.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,112-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,00005.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 18$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 92,6 - 18 = 74,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{74,6}{5} = 19,9 \text{ с.}$$

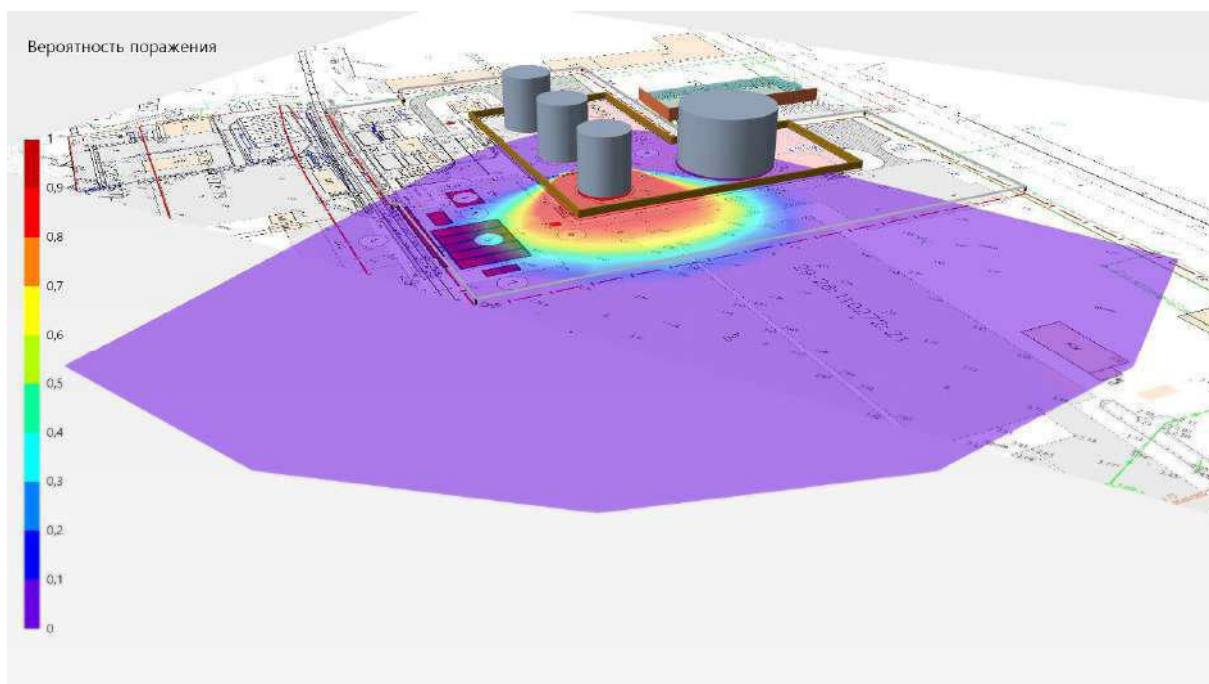
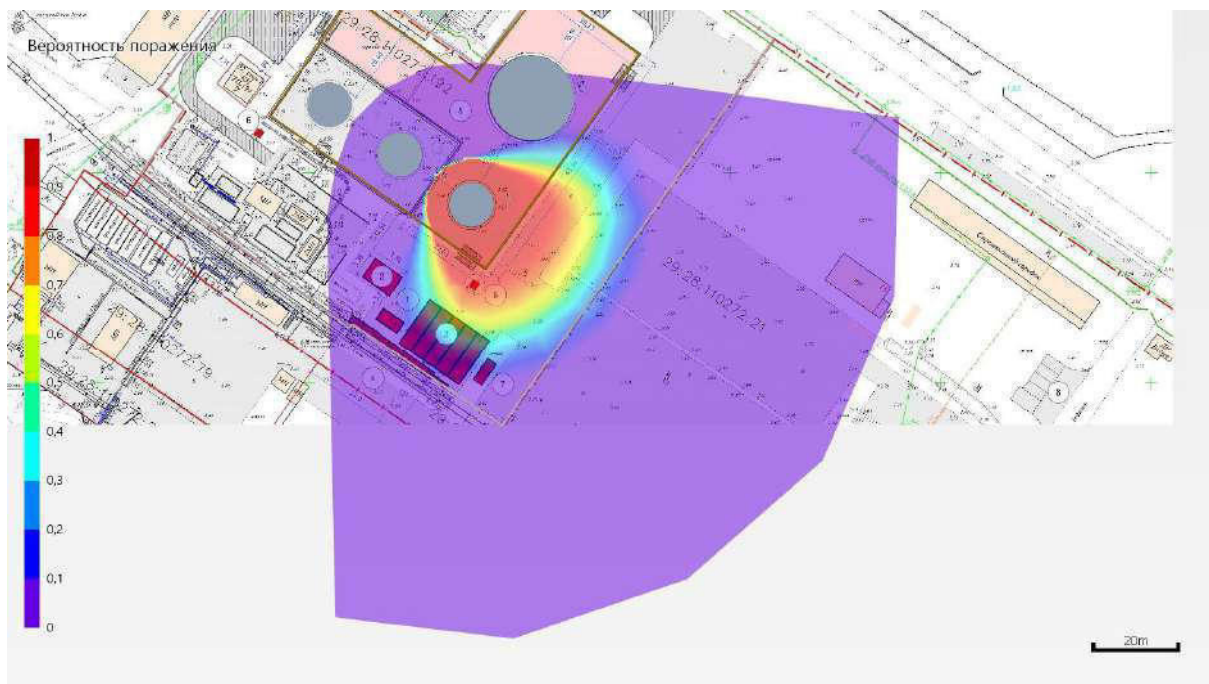
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(19,9 \cdot 21,07^{4/3}) = 5,261.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

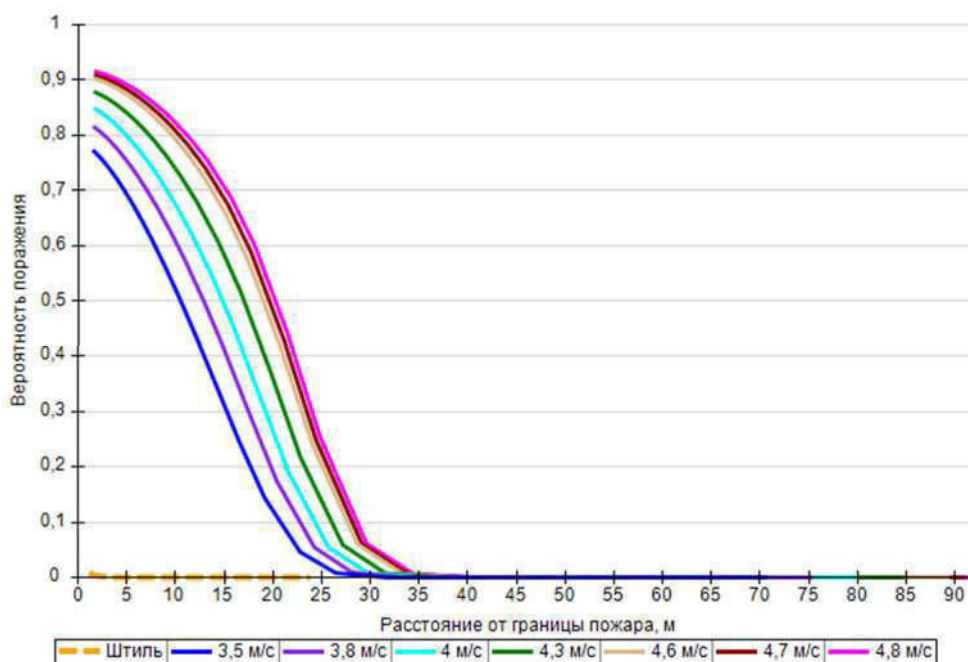
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,261-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,603405.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.2.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 8,4$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,51 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 41,1 - 8,4 = 32,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{32,6}{5} = 11,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(11,5 \cdot 9,51^{4/3}) = 1,145.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,145-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,000057.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 22,1$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,83 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 114,5 - 22,1 = 92,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{92,4}{5} = 23,5 \text{ с.}$$

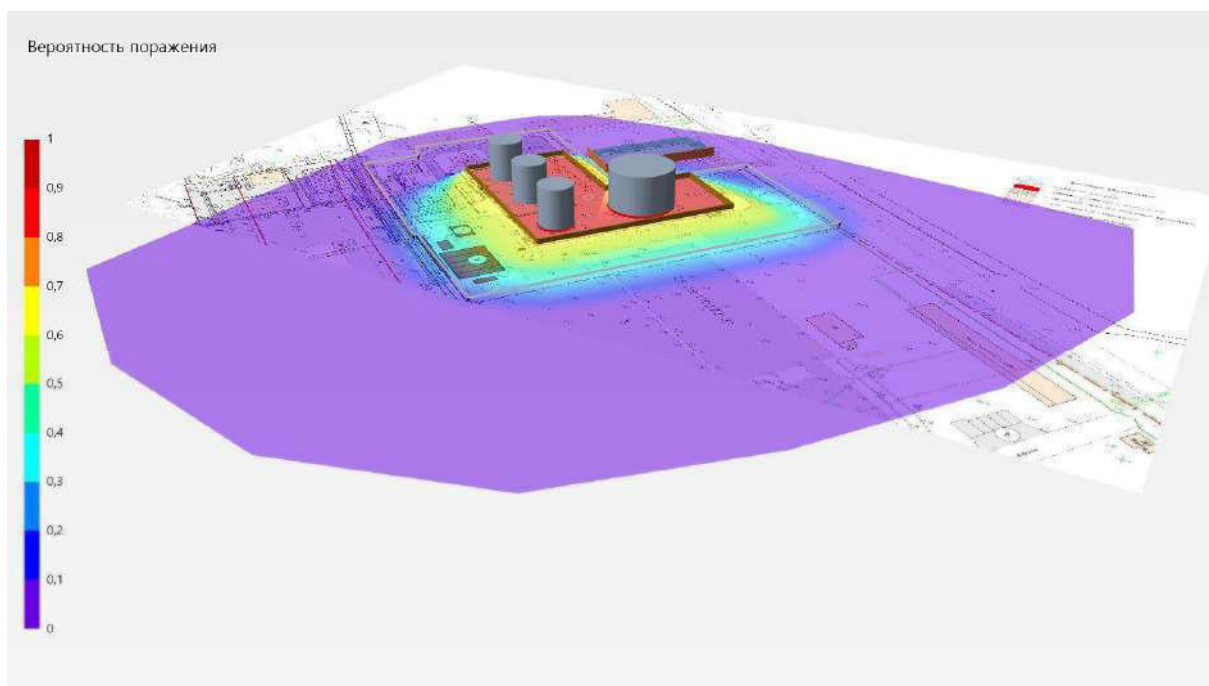
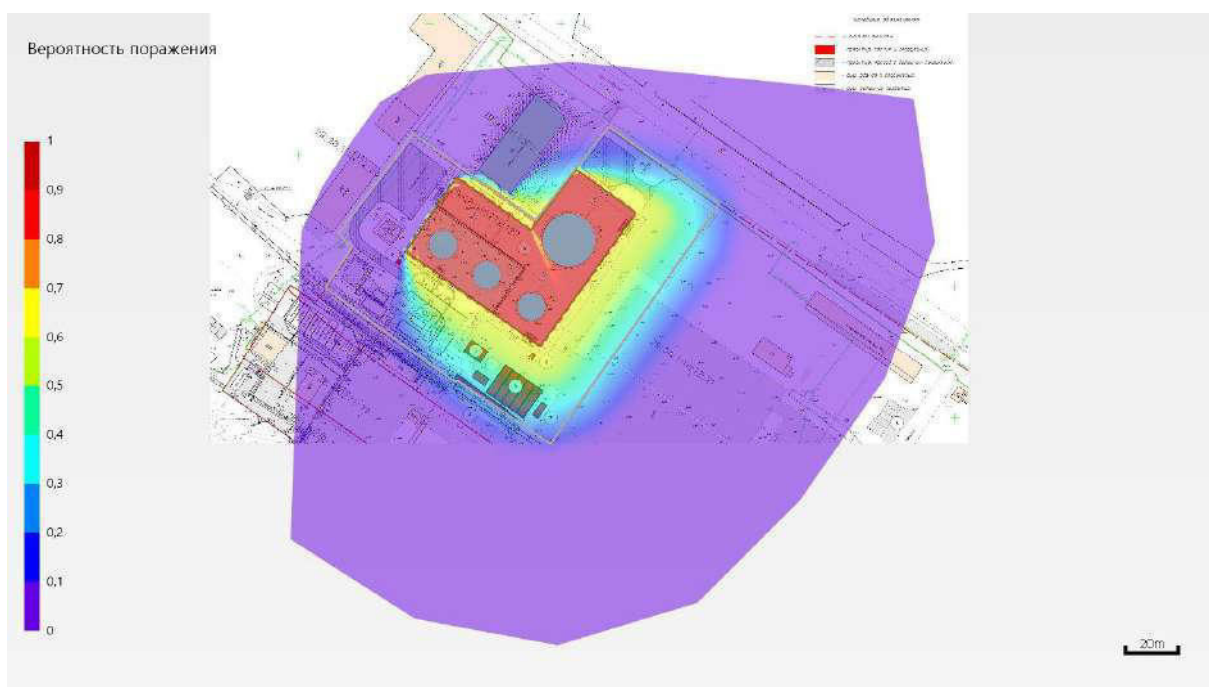
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(23,5 \cdot 15,83^{4/3}) = 4,707.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

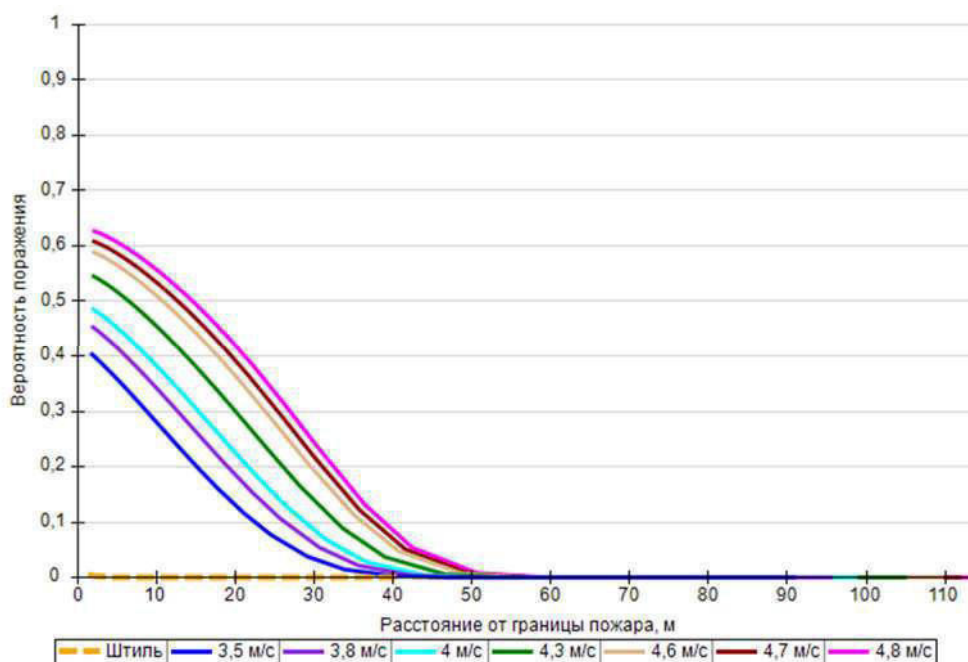
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,707-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,384352.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.2.3. Разрушение

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 14,5$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,85 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 73,9 - 14,5 = 59,3 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{59,3}{5} = 16,9 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(16,9 \cdot 9,85^{4/3}) = 2,239.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,239-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,002871.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 31,4$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,14 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 164,5 - 31,4 = 133,1 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{133,1}{5} = 31,6 \text{ с.}$$

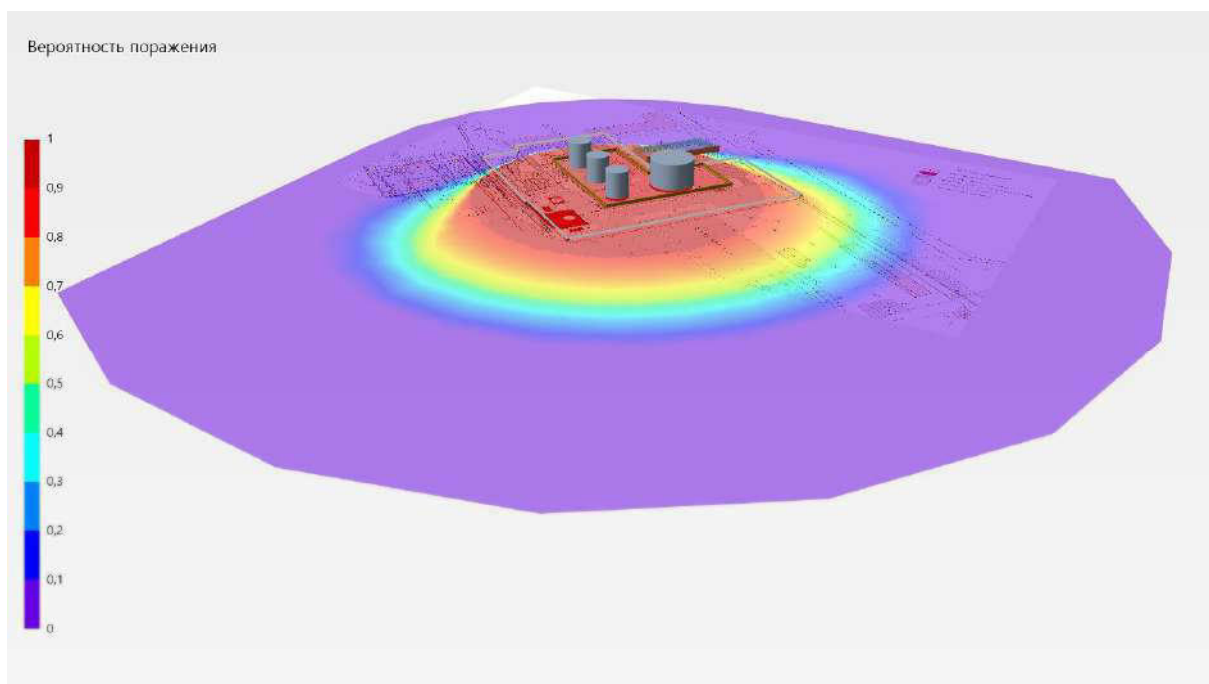
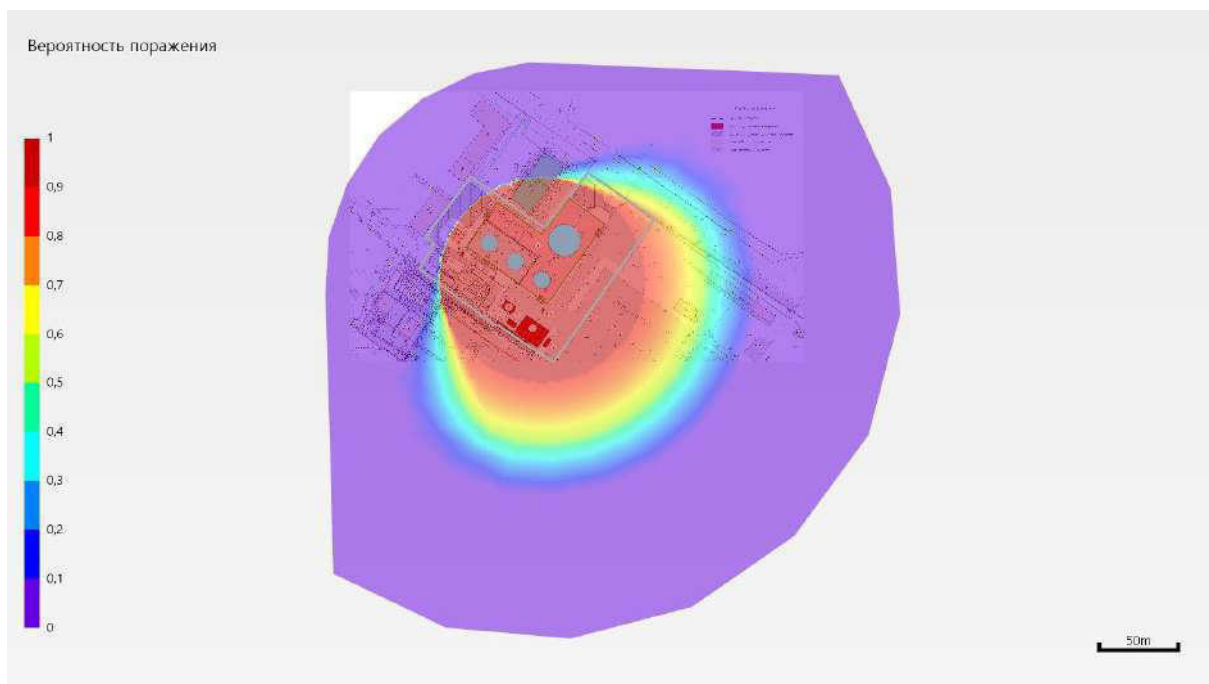
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(31,6 \cdot 15,14^{4/3}) = 5,316.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

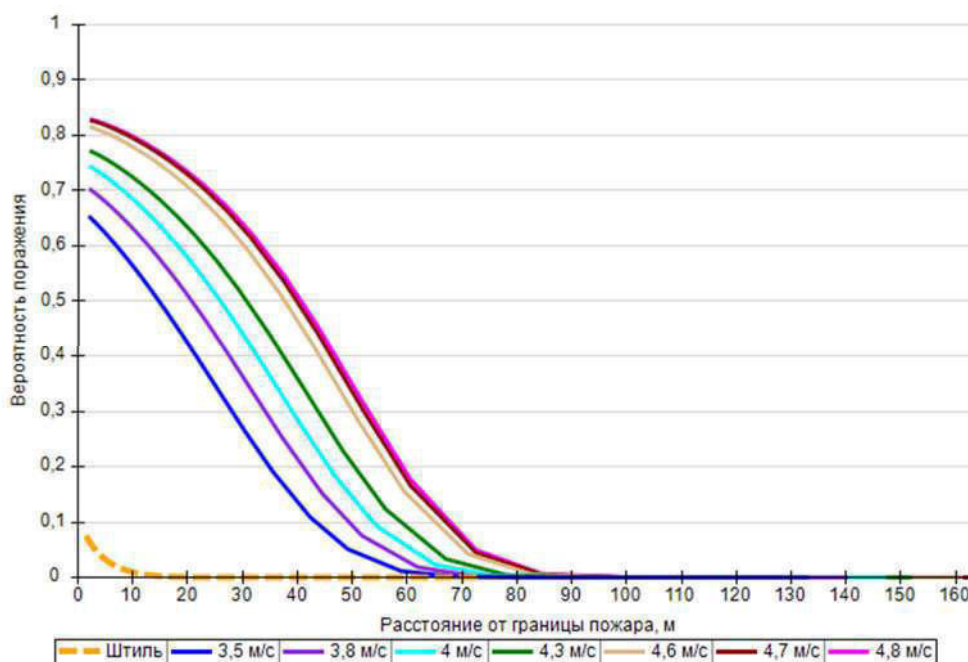
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,316-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,624436.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.2.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 2,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 10,4 - 2,7 = 7,7 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{7,7}{5} = 6,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(6,5 \cdot 18,27^{4/3}) = 1,92.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,92-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001029.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 15,7$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 80,1 - 15,7 = 64,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{64,4}{5} = 17,9 \text{ с.}$$

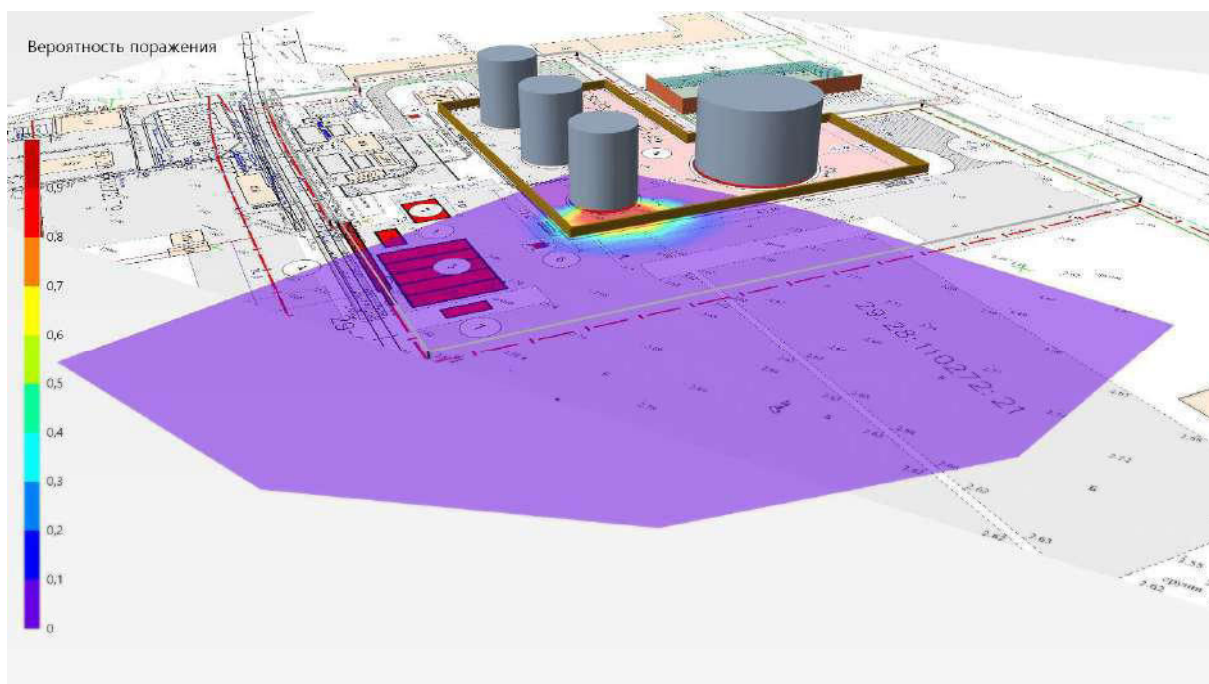
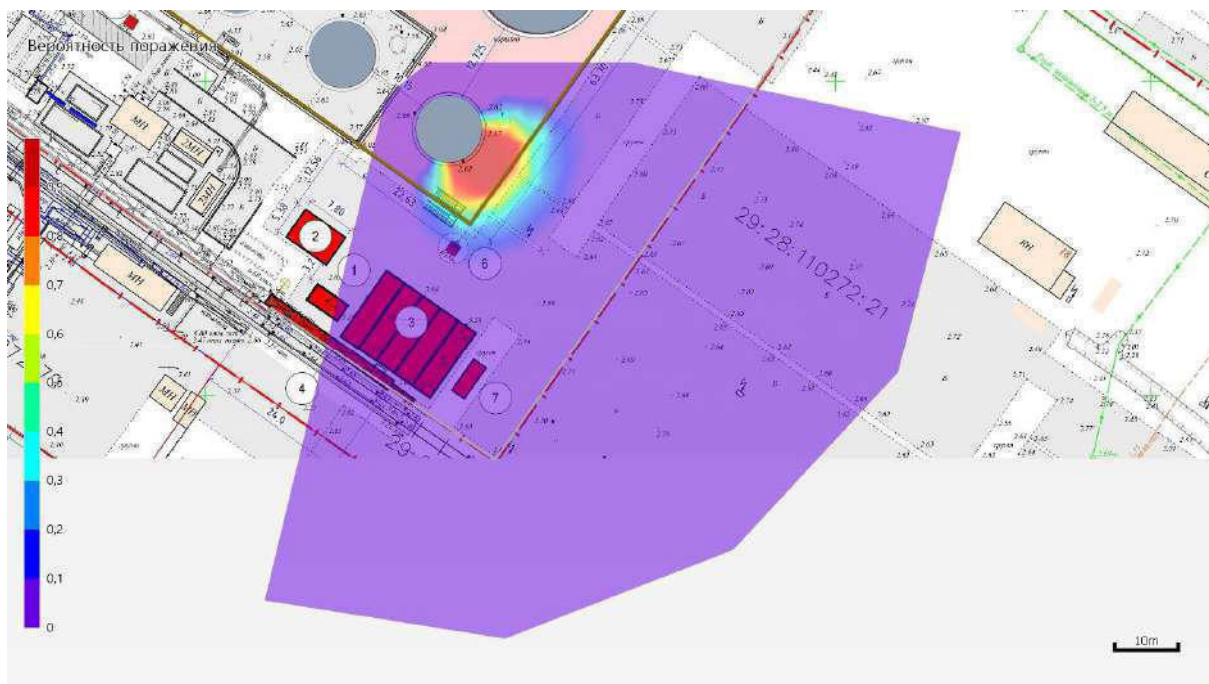
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(17,9 \cdot 17,67^{4/3}) = 4,384.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

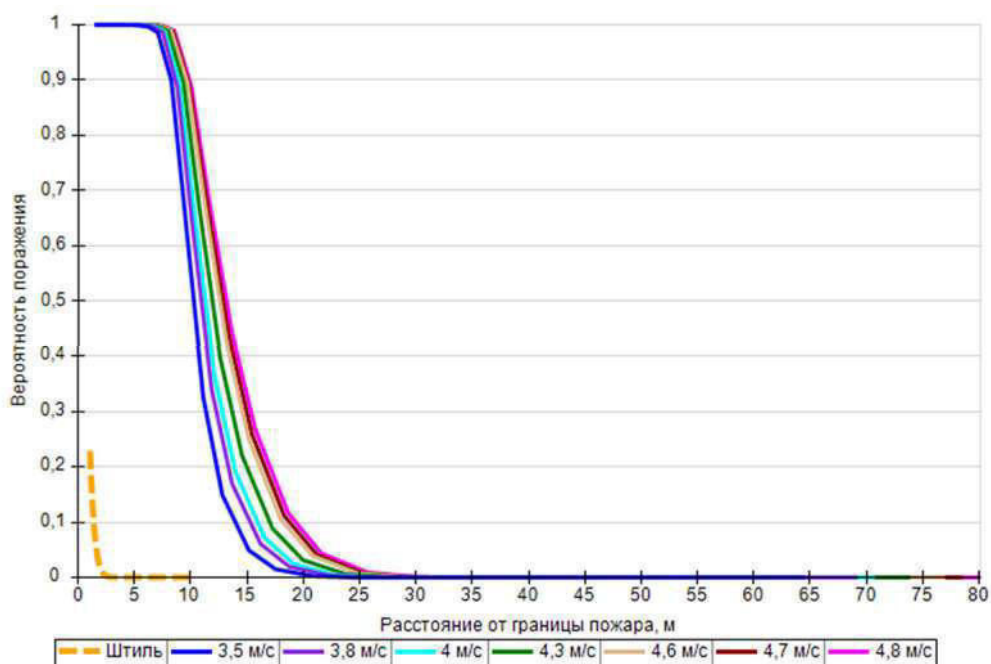
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,384-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,268656.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.2.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 4,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 21,1 - 4,7 = 16,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{16,4}{5} = 8,3 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,3 \cdot 16,16^{4/3}) = 2,11.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,11-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001915.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 21,2$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 20,76 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 109,8 - 21,2 = 88,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{88,6}{5} = 22,7 \text{ с.}$$

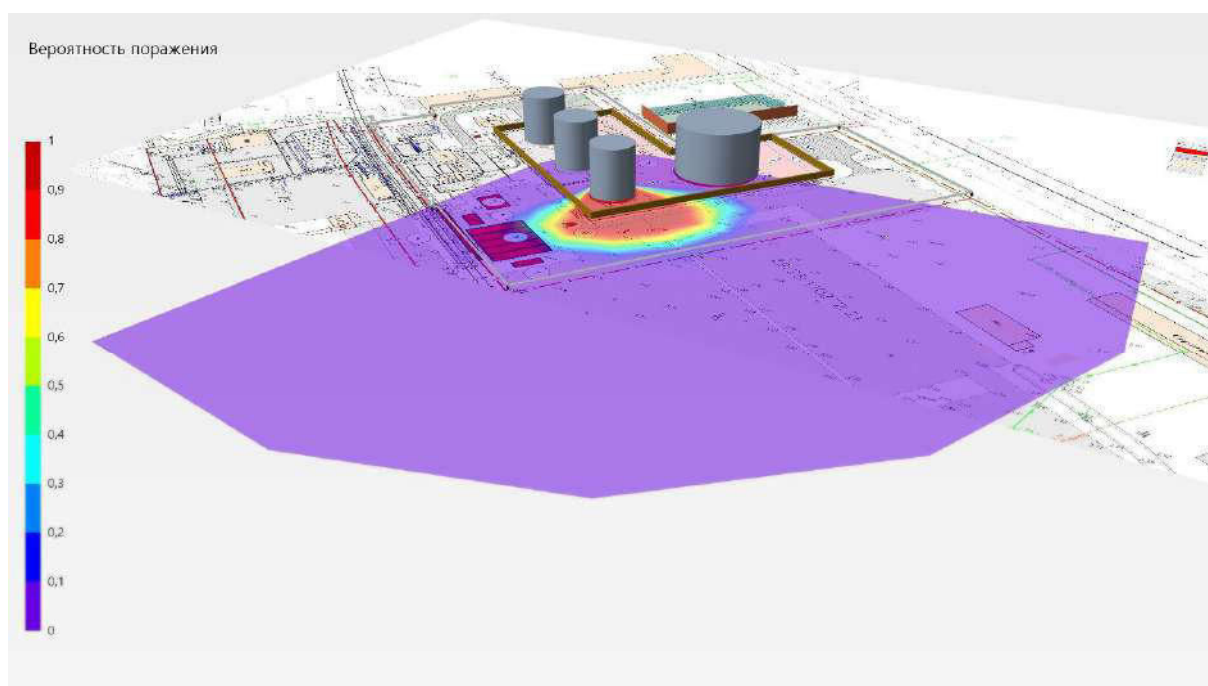
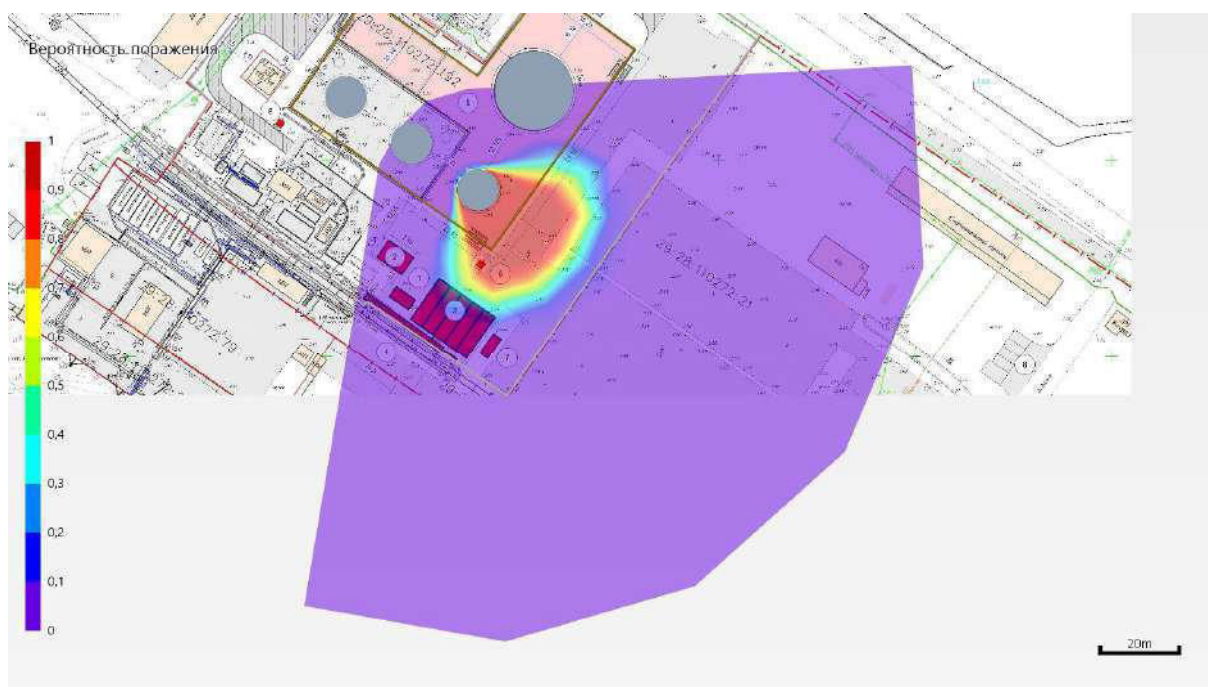
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(22,7 \cdot 20,76^{4/3}) = 5,548.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

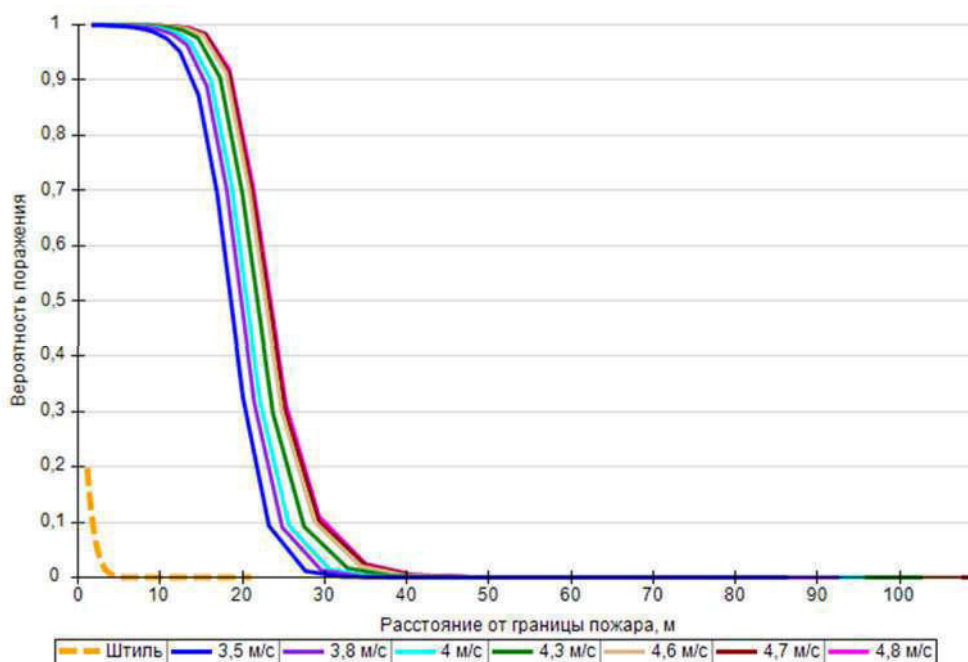
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,548-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,708652.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.3. PBC_03

6.3.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 5,3$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 23,9 - 5,3 = 18,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{18,6}{5} = 8,7 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,7 \cdot 11,6^{4/3}) = 1,112.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,112-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,00005.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 18$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $21,07$ кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 92,6 - 18 = 74,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{74,6}{5} = 19,9 \text{ с.}$$

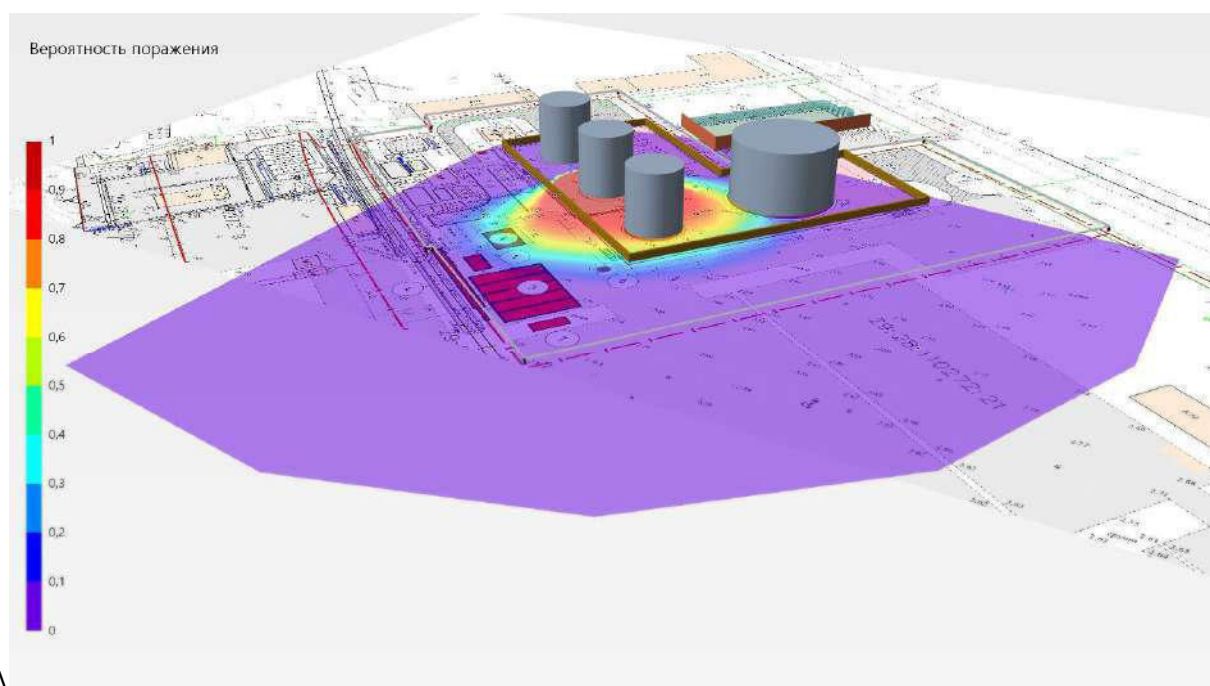
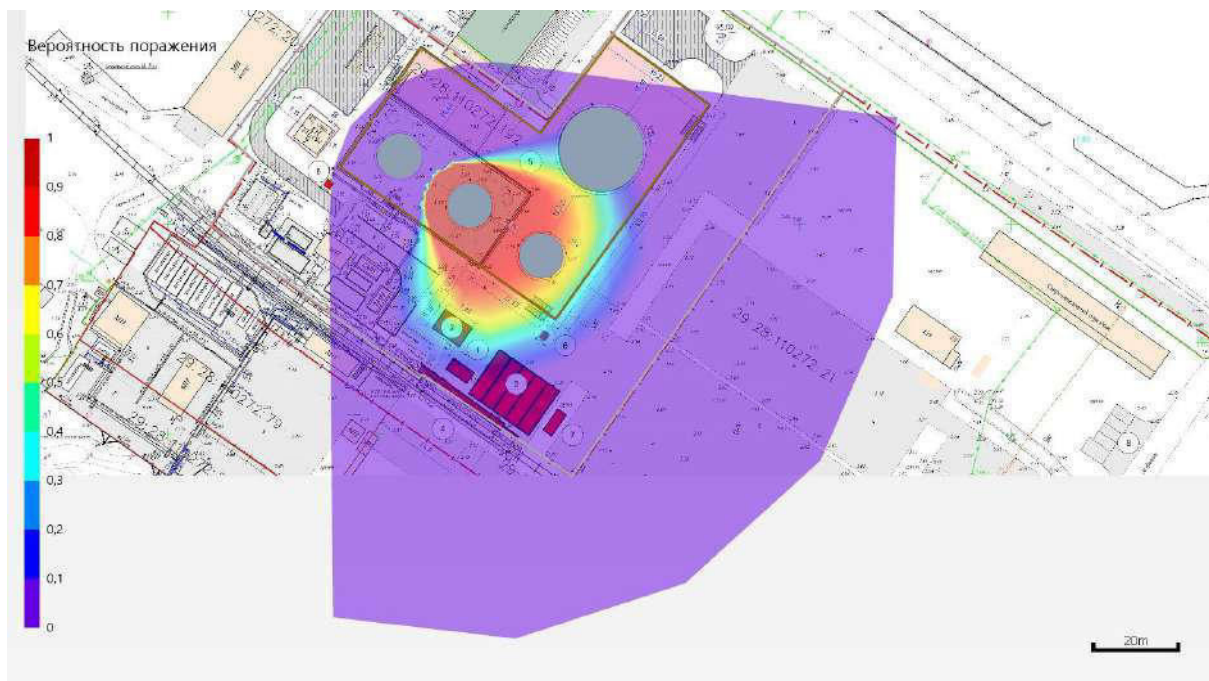
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(19,9 \cdot 21,07^{4/3}) = 5,261.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,261-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,603405.$$

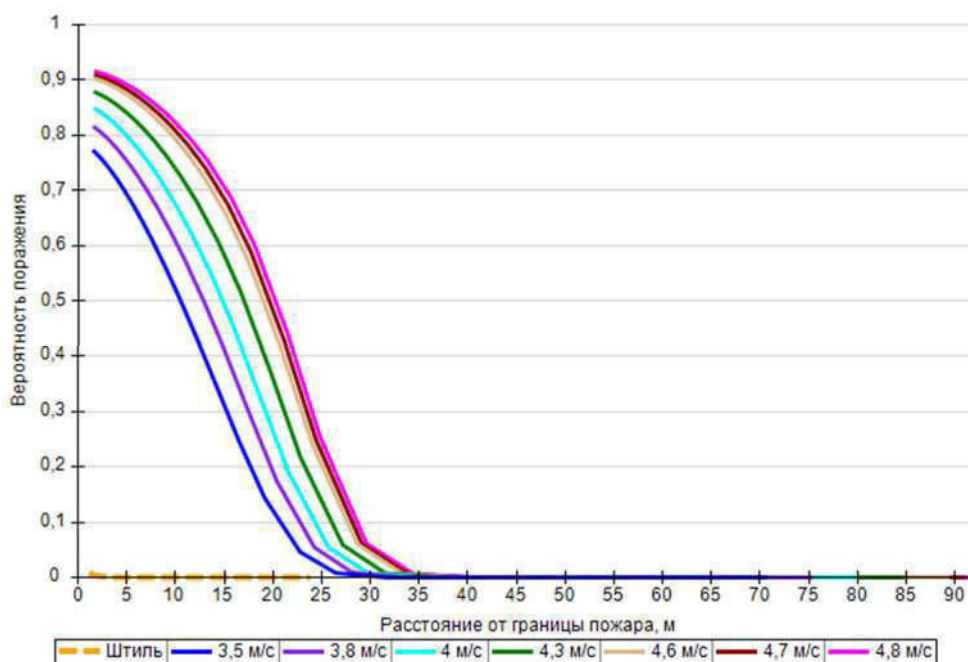
Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



\

Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.3.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 8,4$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,51 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 41,1 - 8,4 = 32,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{32,6}{5} = 11,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(11,5 \cdot 9,51^{4/3}) = 1,145.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,145-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,000057.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 22,1$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,83 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 114,5 - 22,1 = 92,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{92,4}{5} = 23,5 \text{ с.}$$

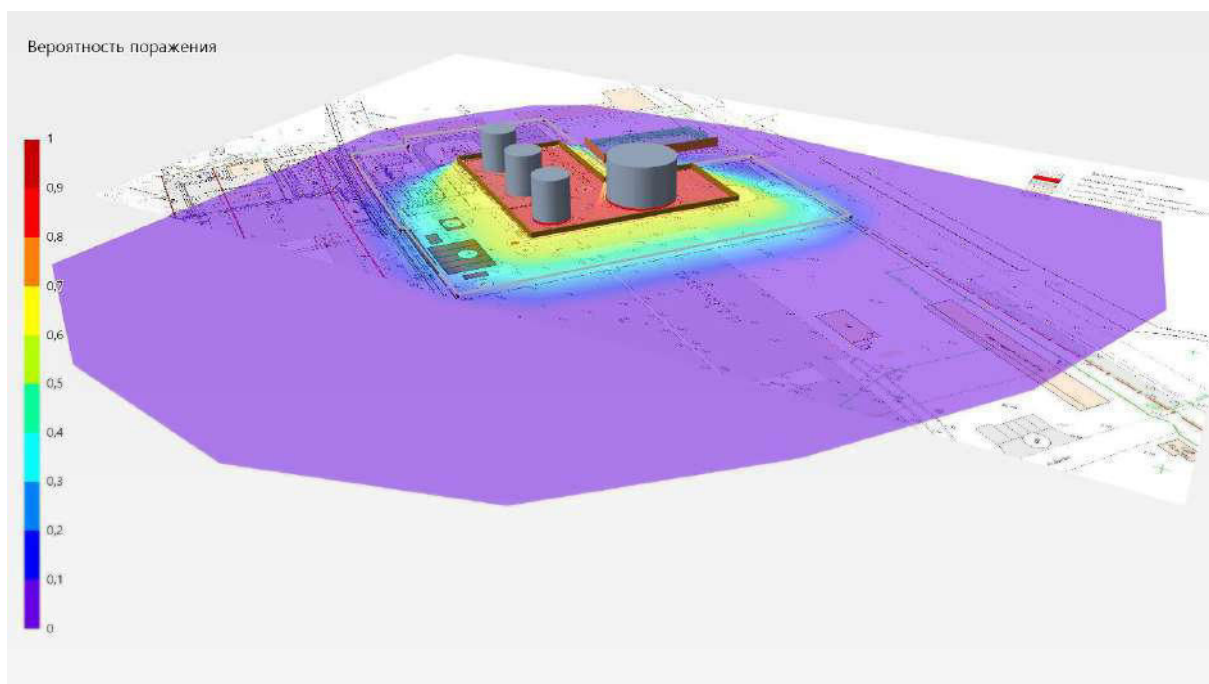
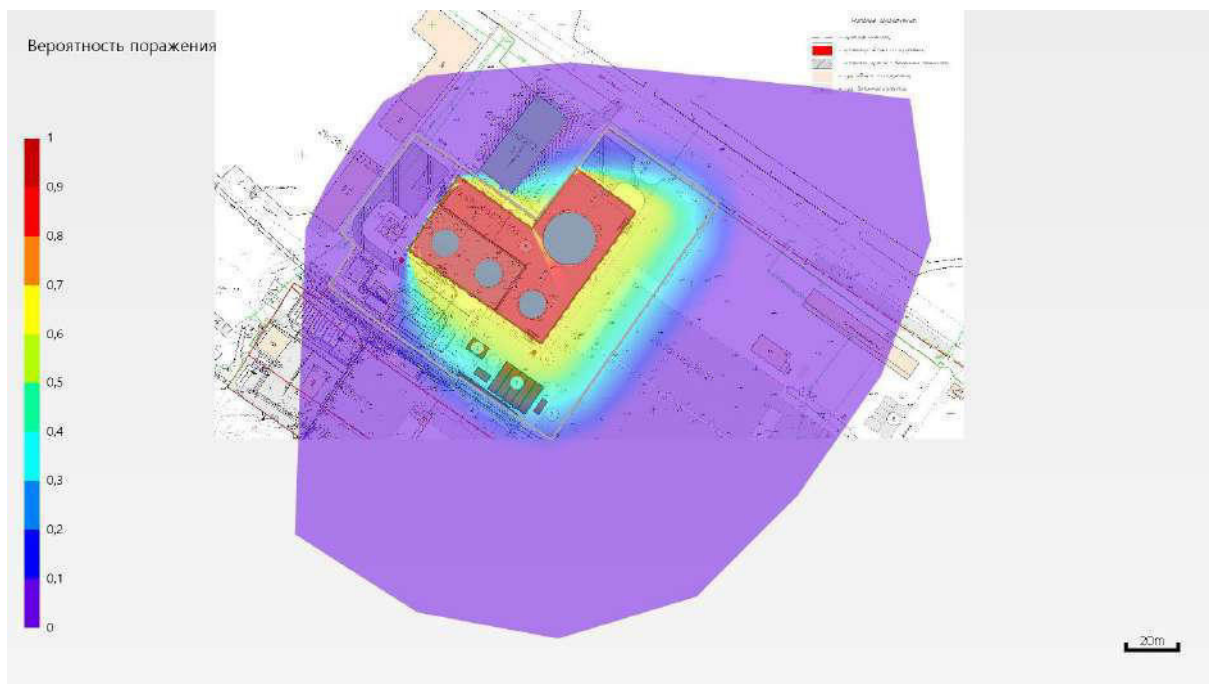
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(23,5 \cdot 15,83^{4/3}) = 4,707.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

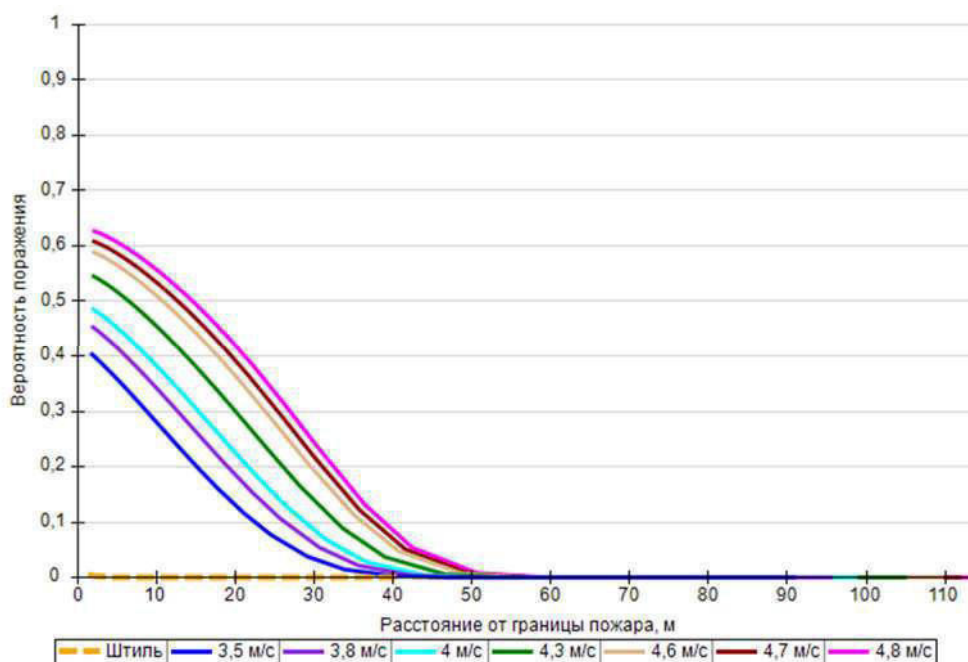
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,707-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,384352.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.3.3. Разрушение

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 14,5$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,85 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 73,9 - 14,5 = 59,3 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{59,3}{5} = 16,9 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(16,9 \cdot 9,85^{4/3}) = 2,239.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,239-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,002871.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 31,4$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,14 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 164,5 - 31,4 = 133,1 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{133,1}{5} = 31,6 \text{ с.}$$

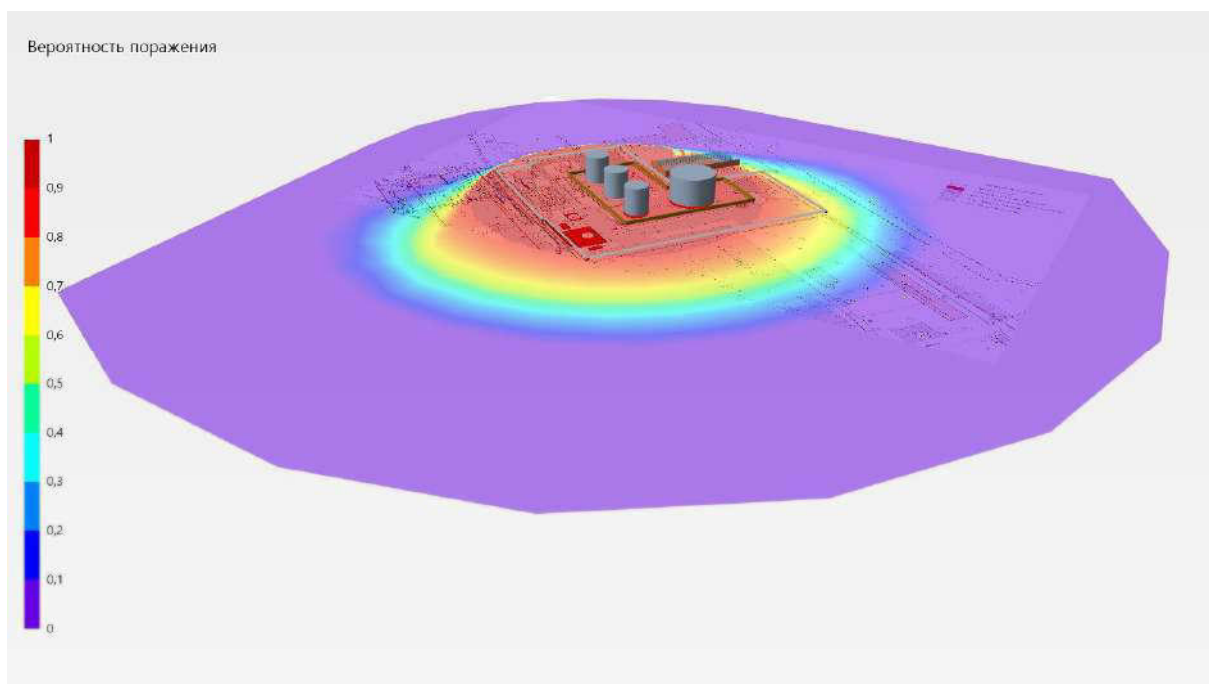
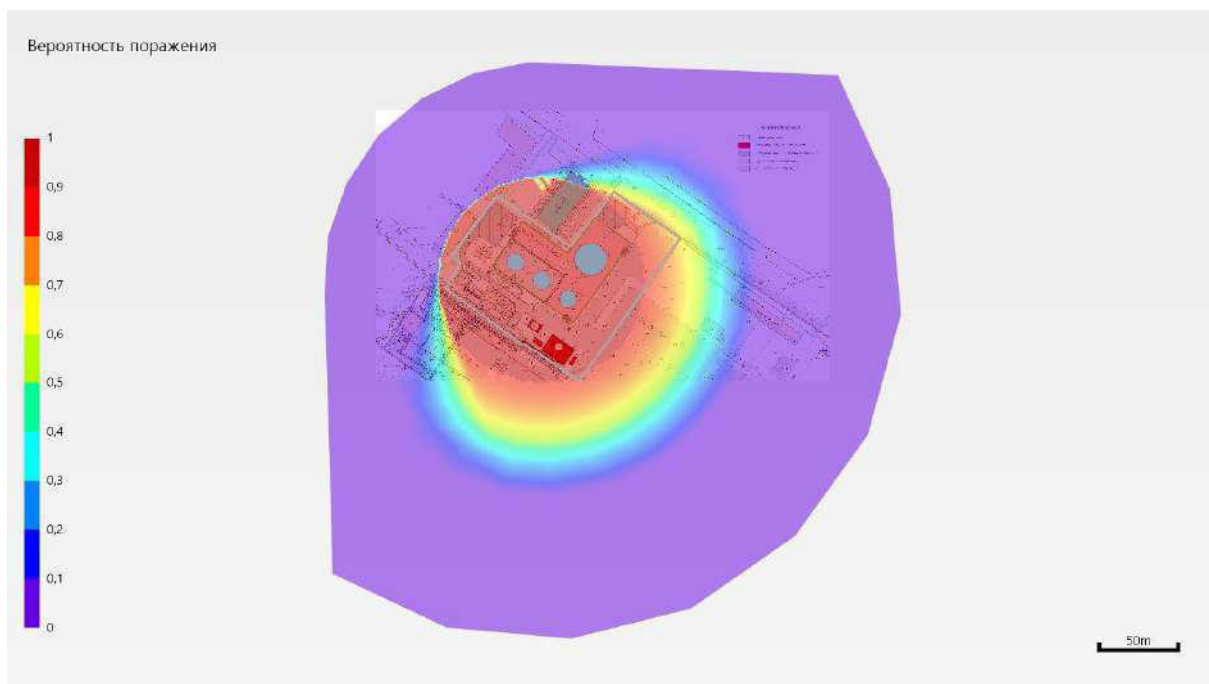
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(31,6 \cdot 15,14^{4/3}) = 5,316.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

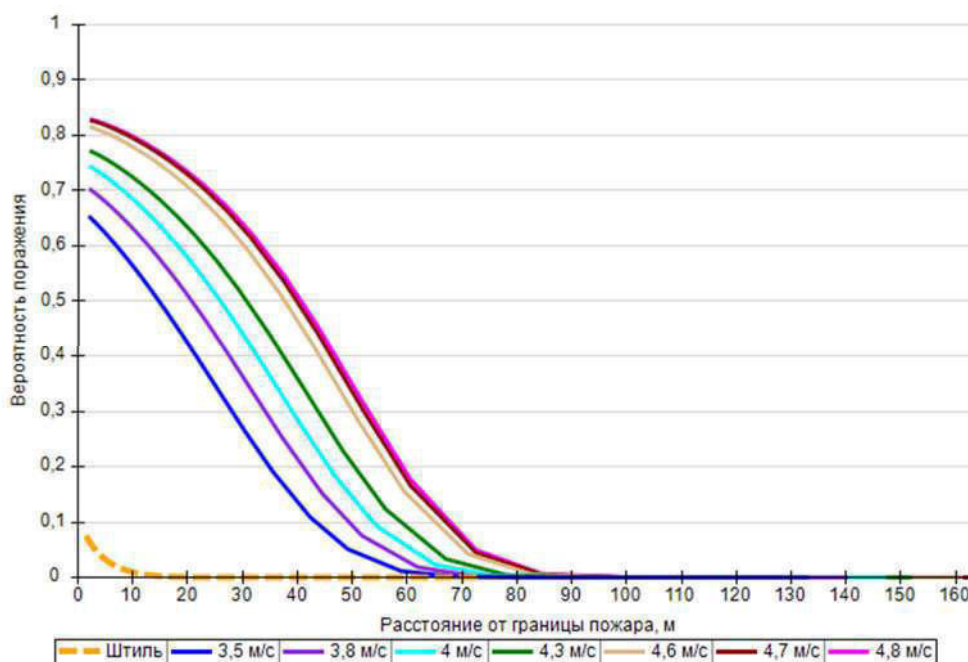
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,316-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,624436.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.3.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 2,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 10,4 - 2,7 = 7,7 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{7,7}{5} = 6,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(6,5 \cdot 18,27^{4/3}) = 1,92.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,92-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001029.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 15,7$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 80,1 - 15,7 = 64,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{64,4}{5} = 17,9 \text{ с.}$$

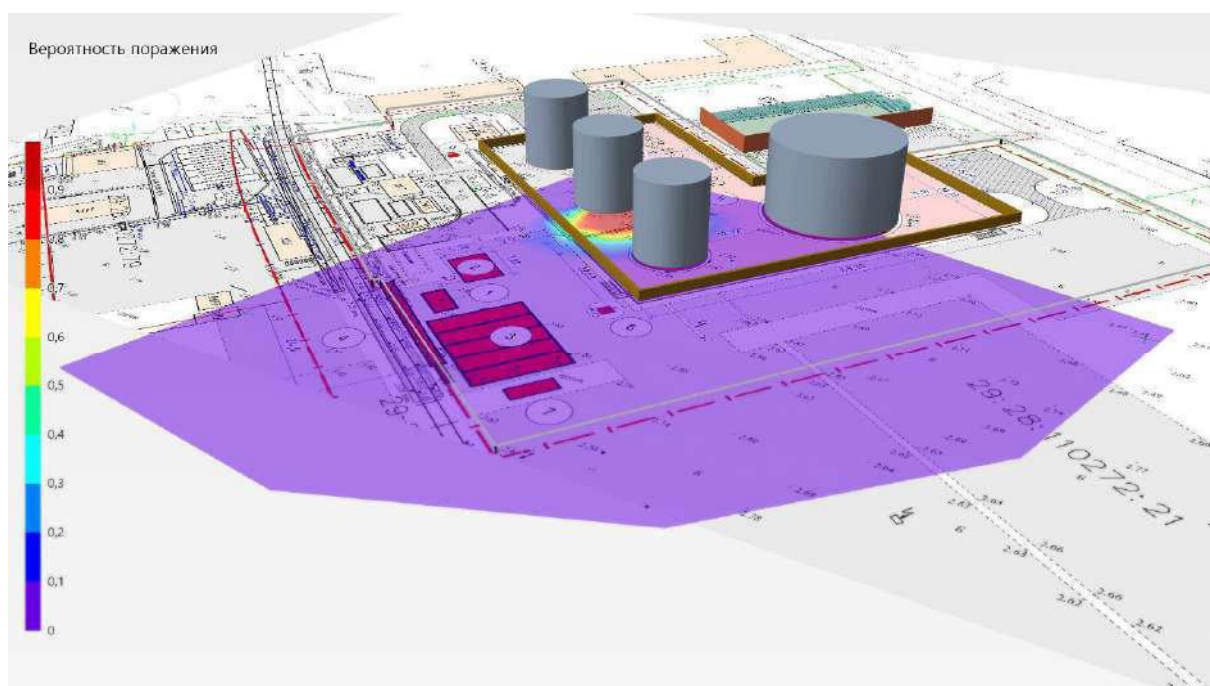
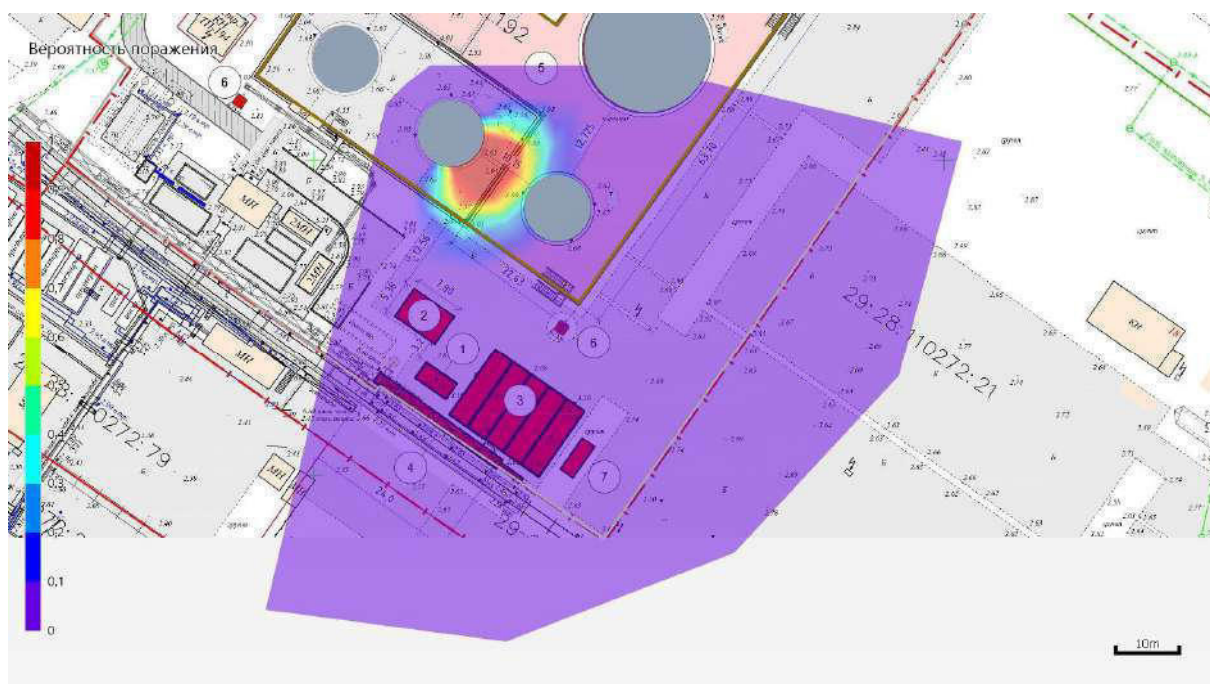
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(17,9 \cdot 17,67^{4/3}) = 4,384.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

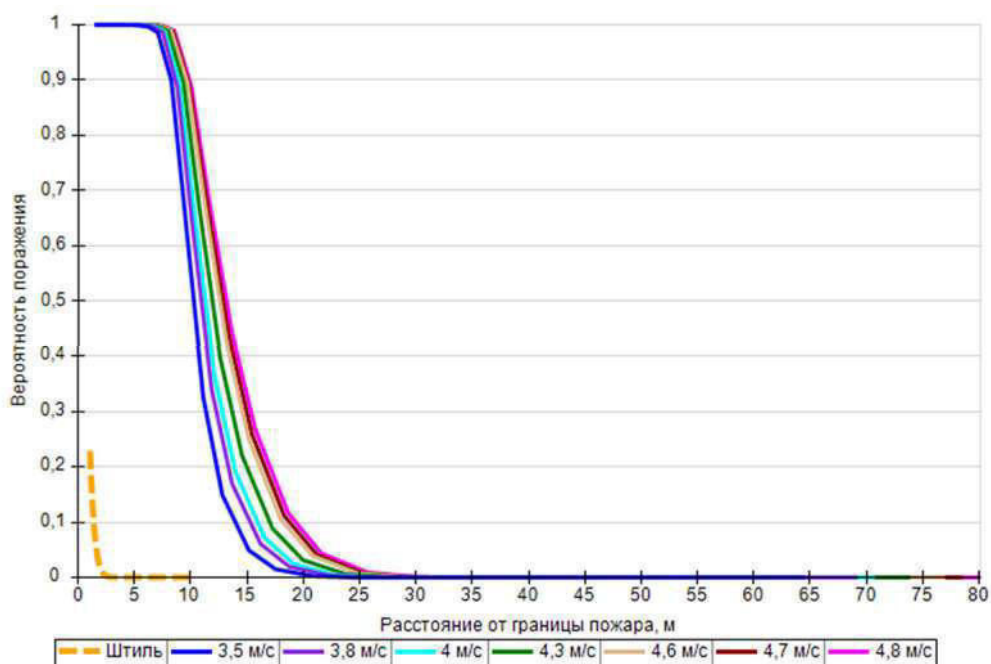
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,384-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,268656.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.3.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 4,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 21,1 - 4,7 = 16,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{16,4}{5} = 8,3 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,3 \cdot 16,16^{4/3}) = 2,11.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,11-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001915.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 21,2$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 20,76 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 109,8 - 21,2 = 88,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{88,6}{5} = 22,7 \text{ с.}$$

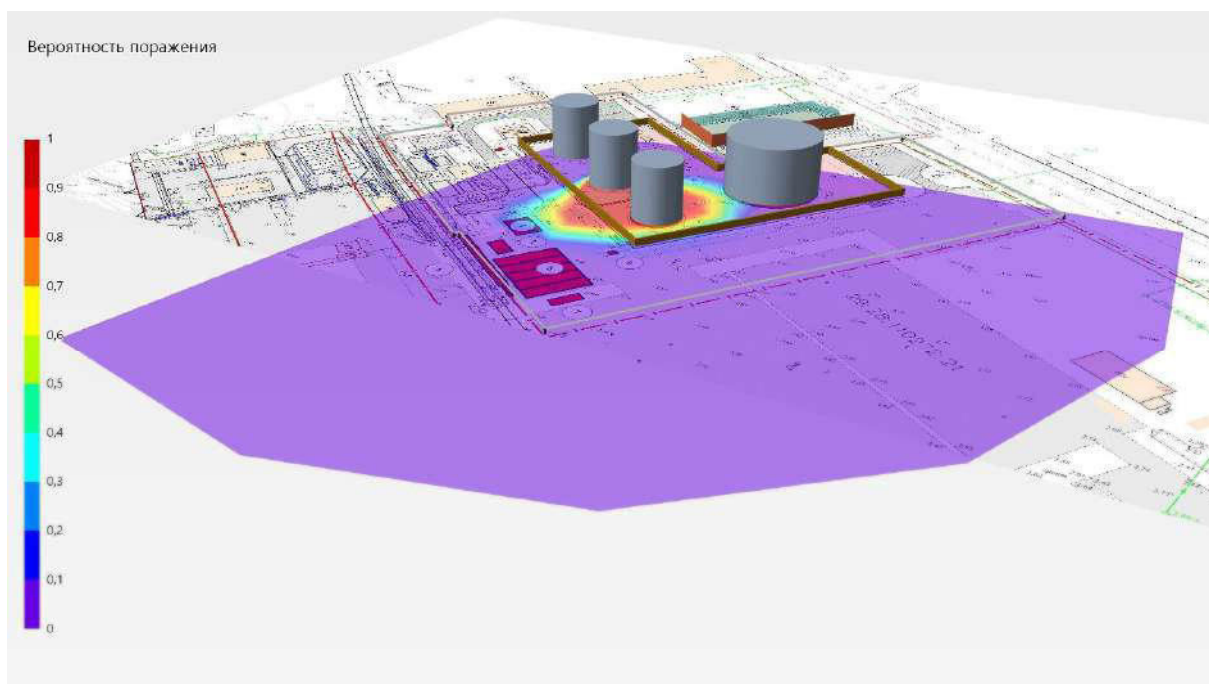
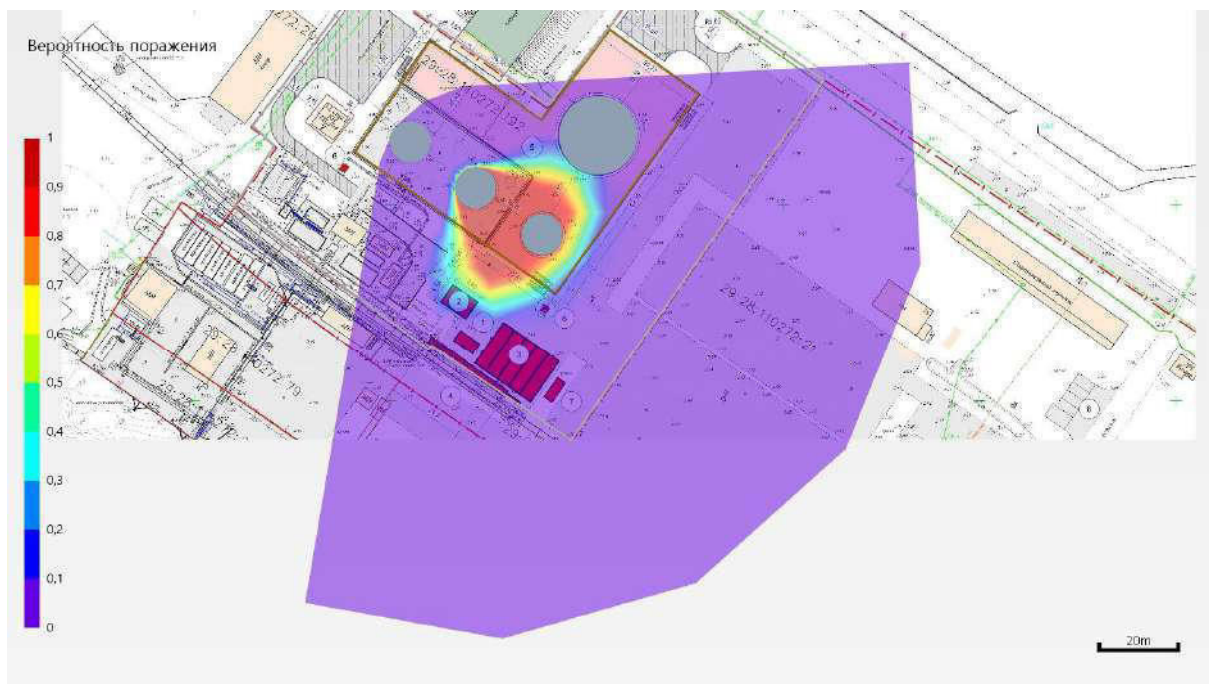
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(22,7 \cdot 20,76^{4/3}) = 5,548.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

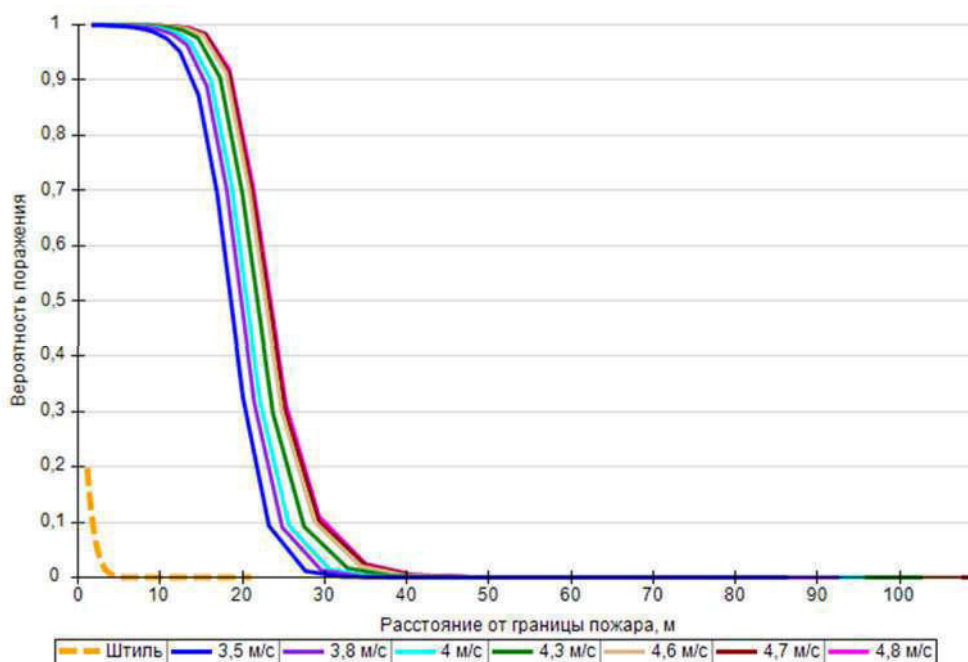
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,548-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,708652.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.4. PBC_04

6.4.1. Разгерметизация 25 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 5,3$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $11,6 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 23,9 - 5,3 = 18,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{18,6}{5} = 8,7 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,7 \cdot 11,6^{4/3}) = 1,112.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,112-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,00005.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 18$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $21,07 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 92,6 - 18 = 74,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{74,6}{5} = 19,9 \text{ с.}$$

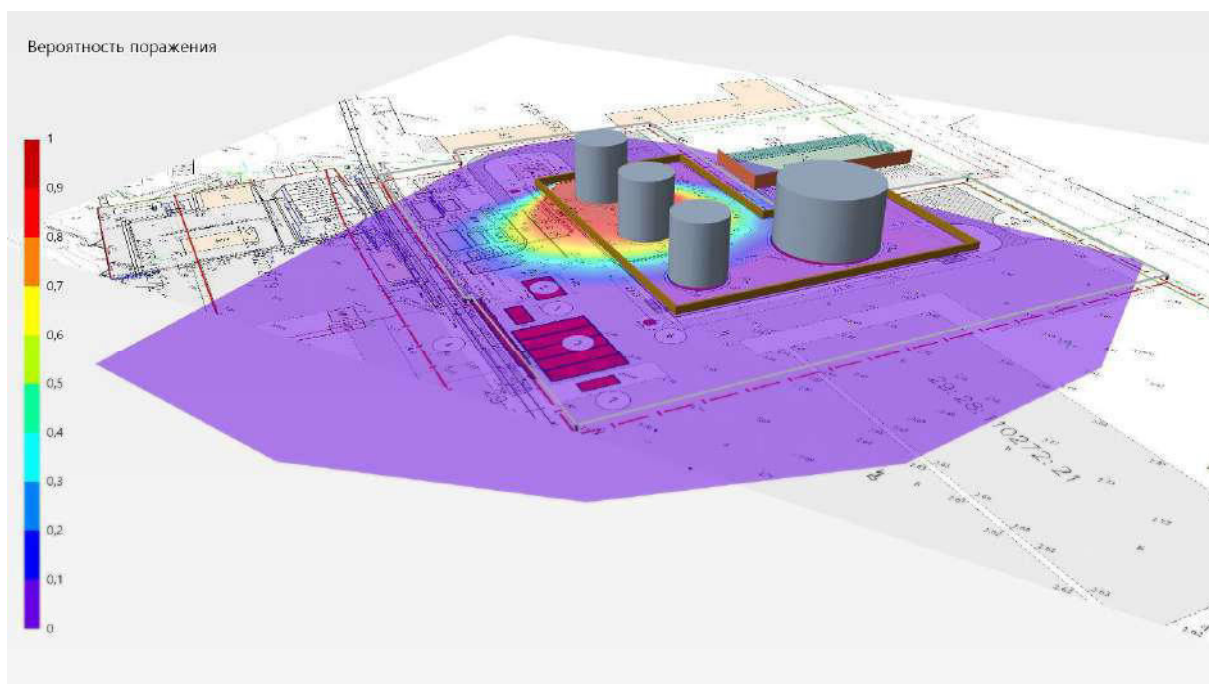
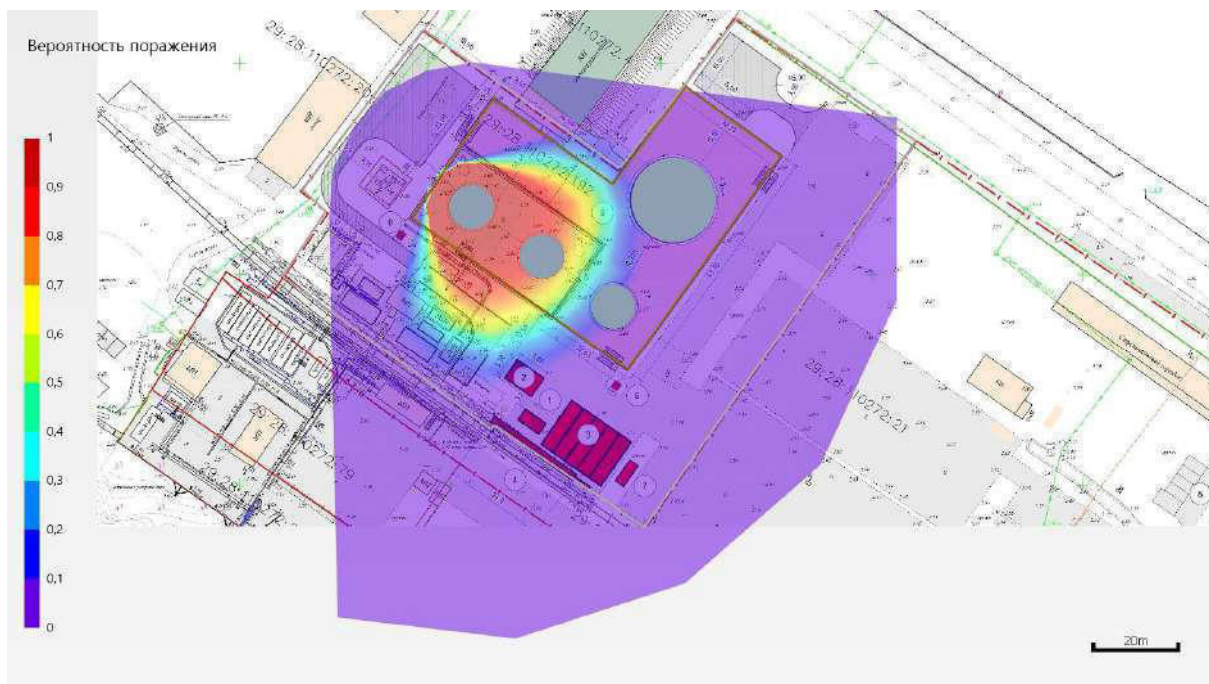
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(19,9 \cdot 21,07^{4/3}) = 5,261.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

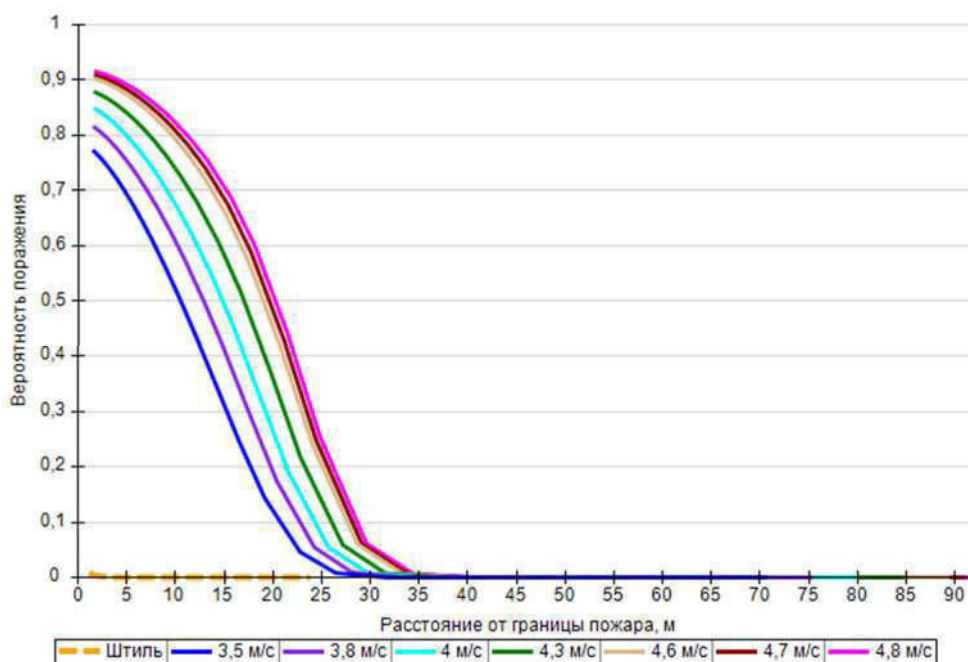
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,261-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,603405.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.4.2. Разгерметизация 100 мм

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 8,4$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,51 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 41,1 - 8,4 = 32,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{32,6}{5} = 11,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(11,5 \cdot 9,51^{4/3}) = 1,145.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,145-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,000057.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре 4,8 м/с.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 22,1$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,83 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 114,5 - 22,1 = 92,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{92,4}{5} = 23,5 \text{ с.}$$

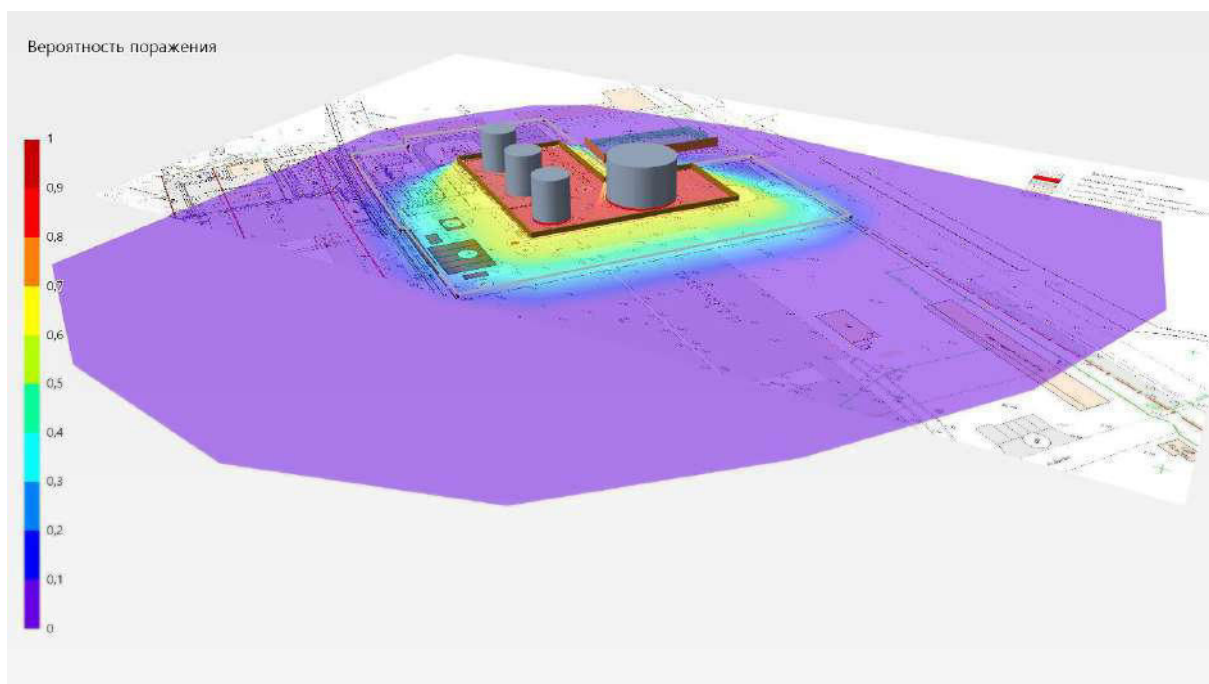
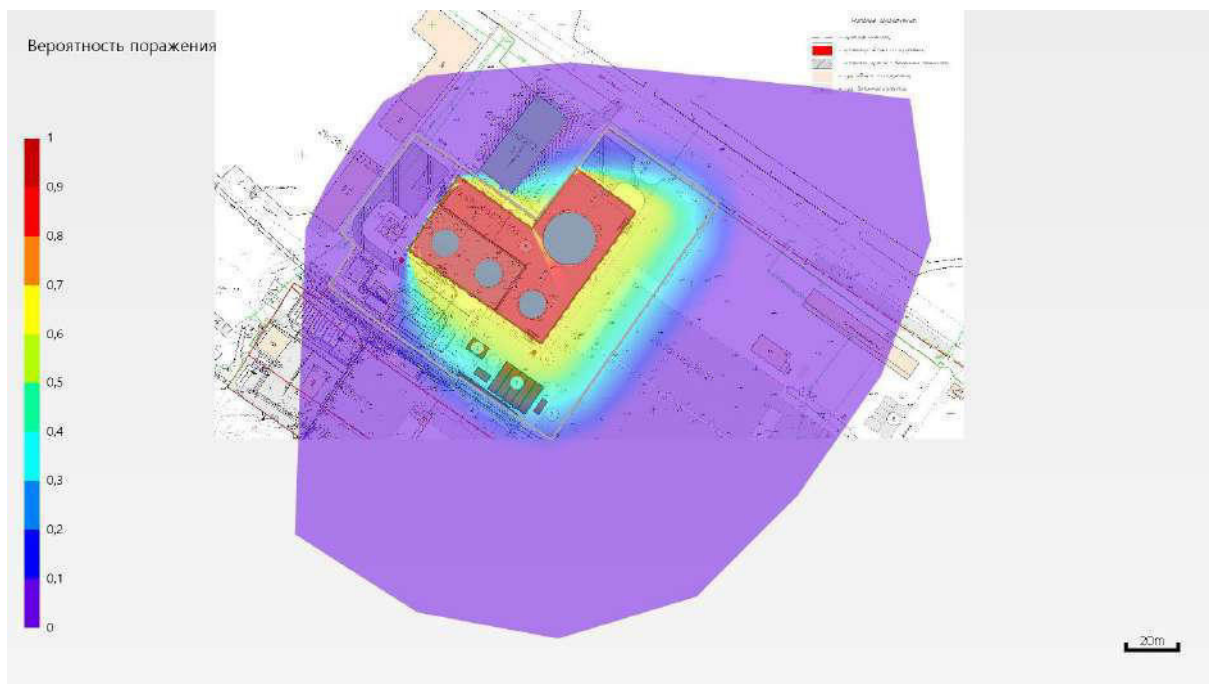
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(23,5 \cdot 15,83^{4/3}) = 4,707.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

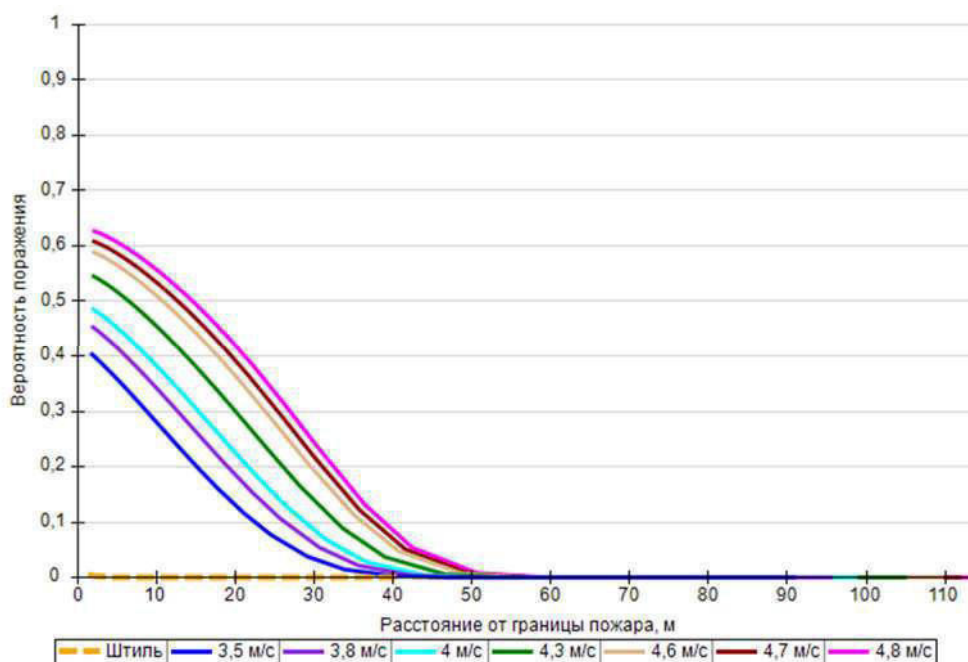
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,707-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,384352.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.4.3. Разрушение

Пожар пролива

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 14,5$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $9,85 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 73,9 - 14,5 = 59,3 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{59,3}{5} = 16,9 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(16,9 \cdot 9,85^{4/3}) = 2,239.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,239-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,002871.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 31,4$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 15,14 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 164,5 - 31,4 = 133,1 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{133,1}{5} = 31,6 \text{ с.}$$

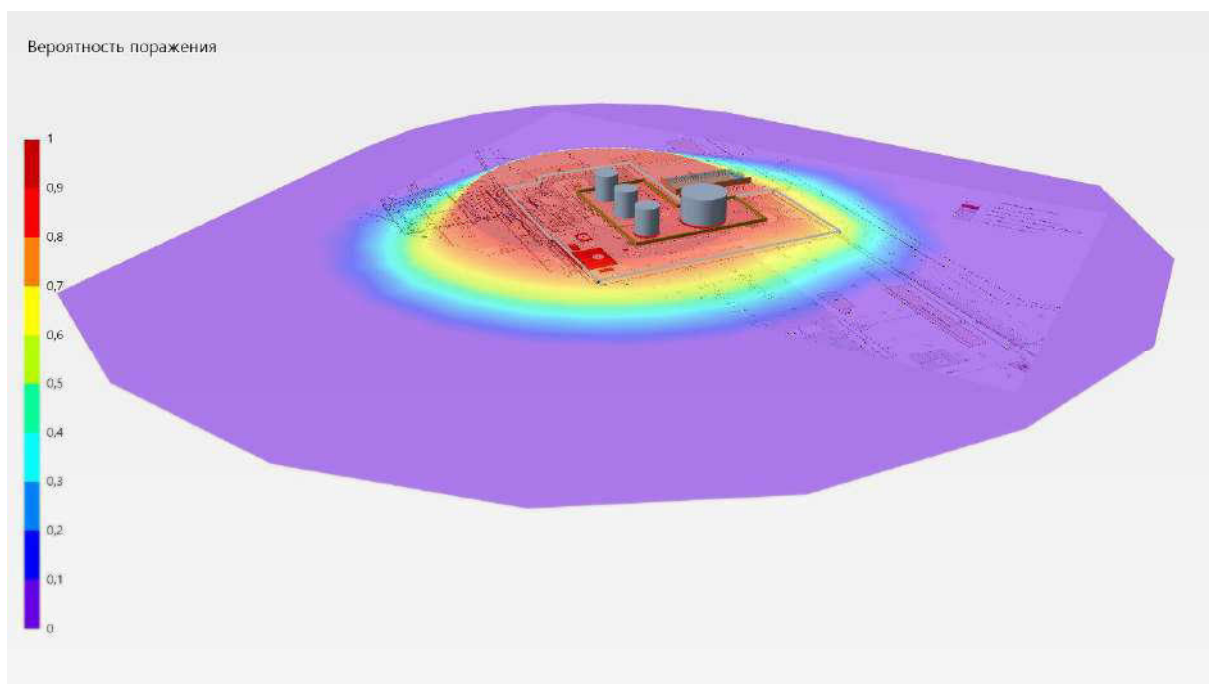
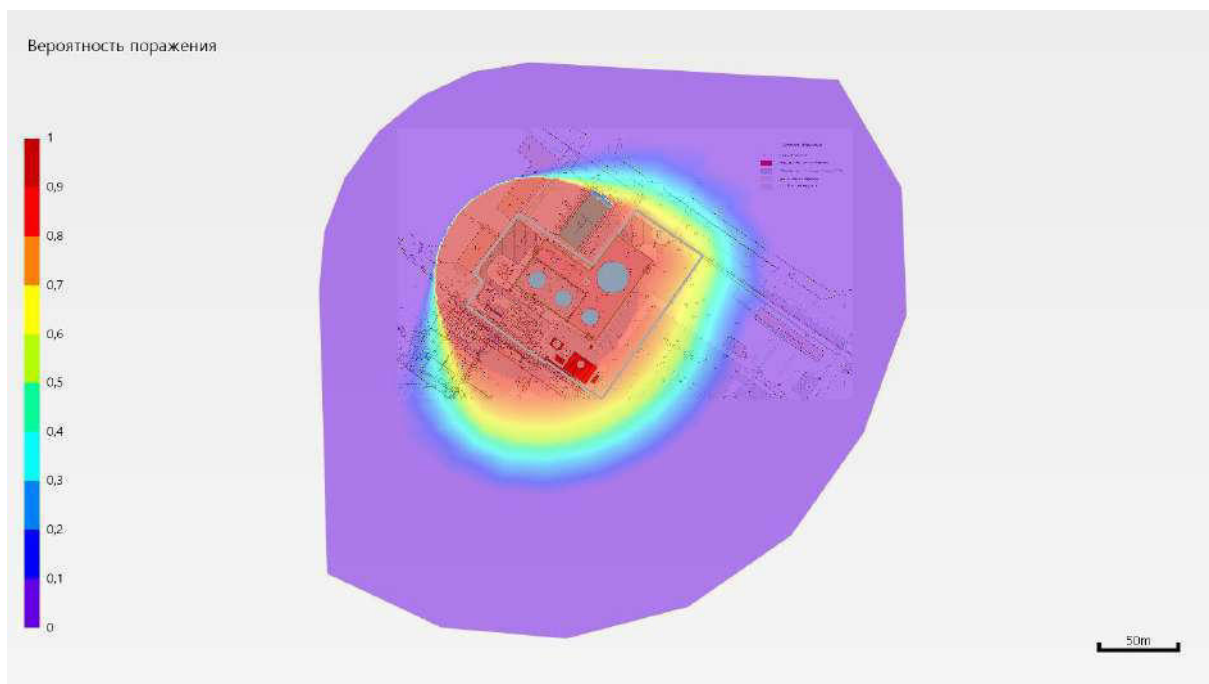
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(31,6 \cdot 15,14^{4/3}) = 5,316.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

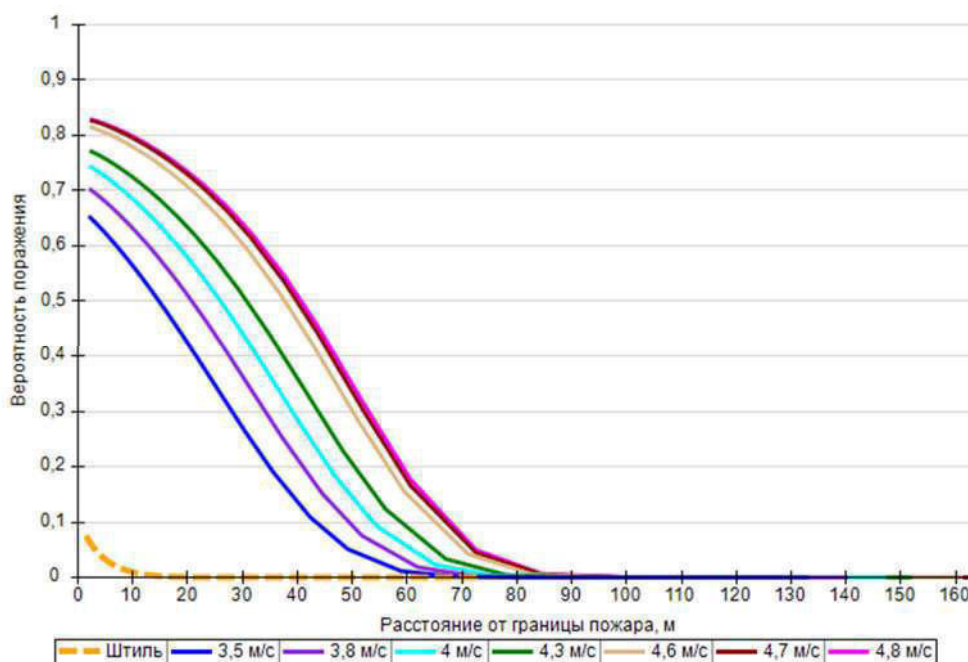
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,316-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,624436.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.4.4. Пожар на дыхательной арматуре

Пожар на дыхательной арматуре

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 2,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $18,27 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 10,4 - 2,7 = 7,7 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{7,7}{5} = 6,5 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(6,5 \cdot 18,27^{4/3}) = 1,92.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{1,92-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001029.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 15,7$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $17,67 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 80,1 - 15,7 = 64,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{64,4}{5} = 17,9 \text{ с.}$$

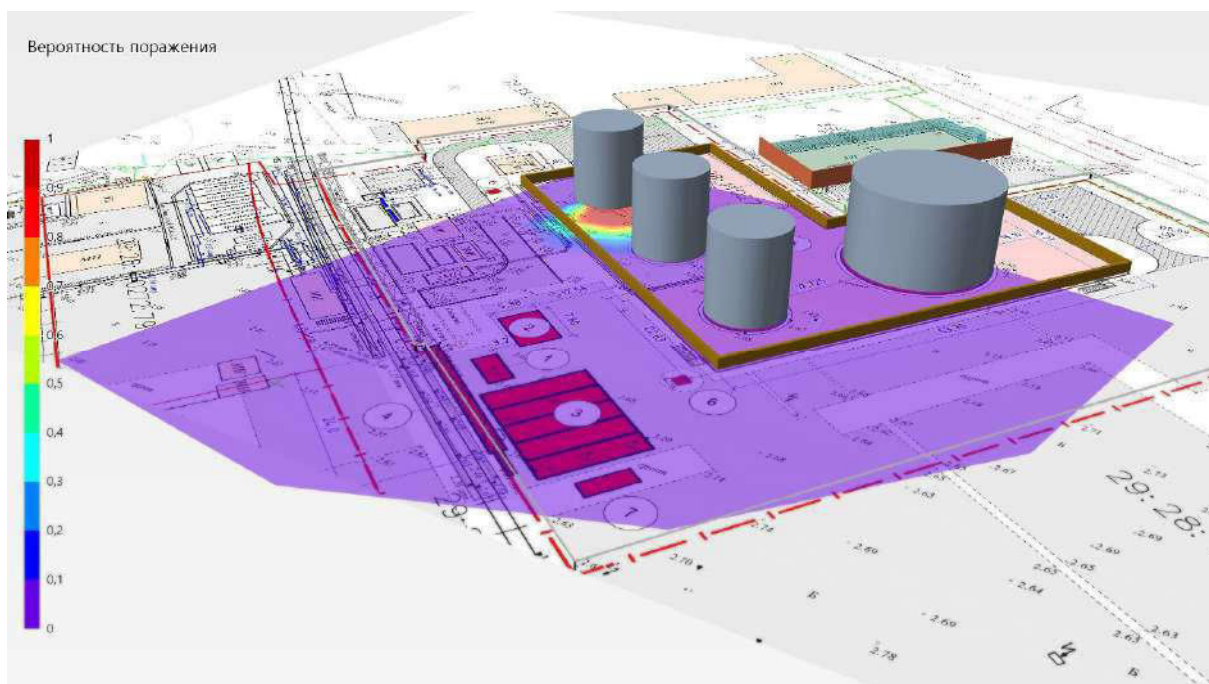
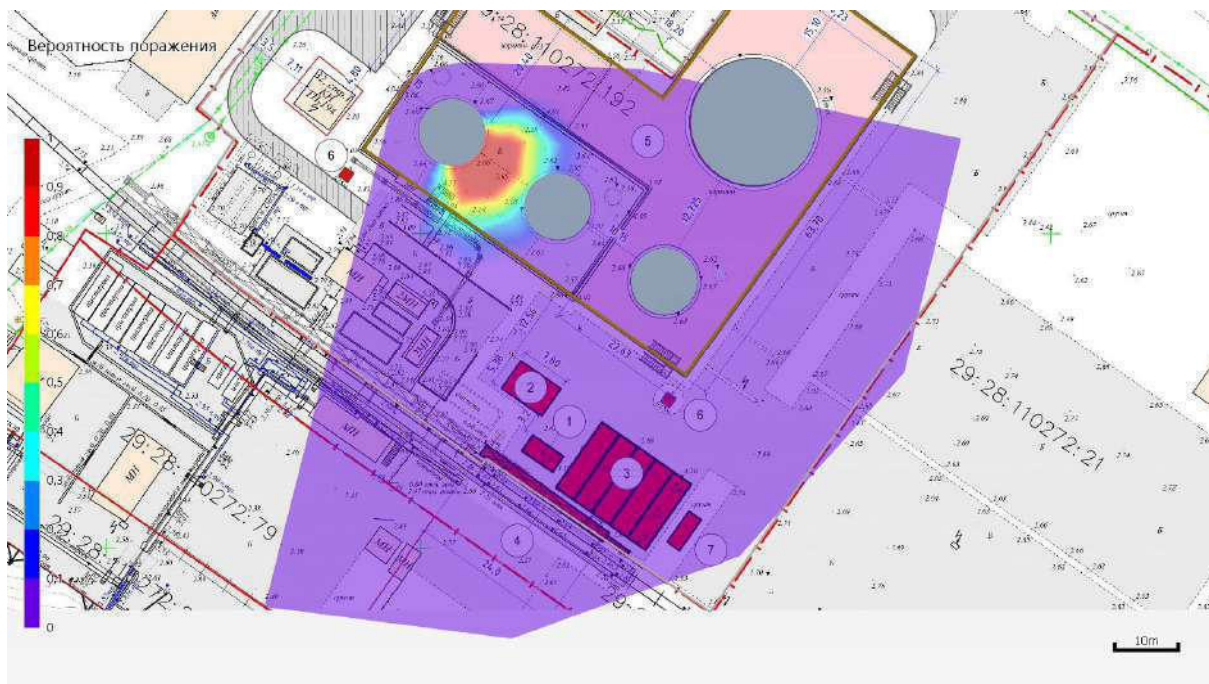
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(17,9 \cdot 17,67^{4/3}) = 4,384.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

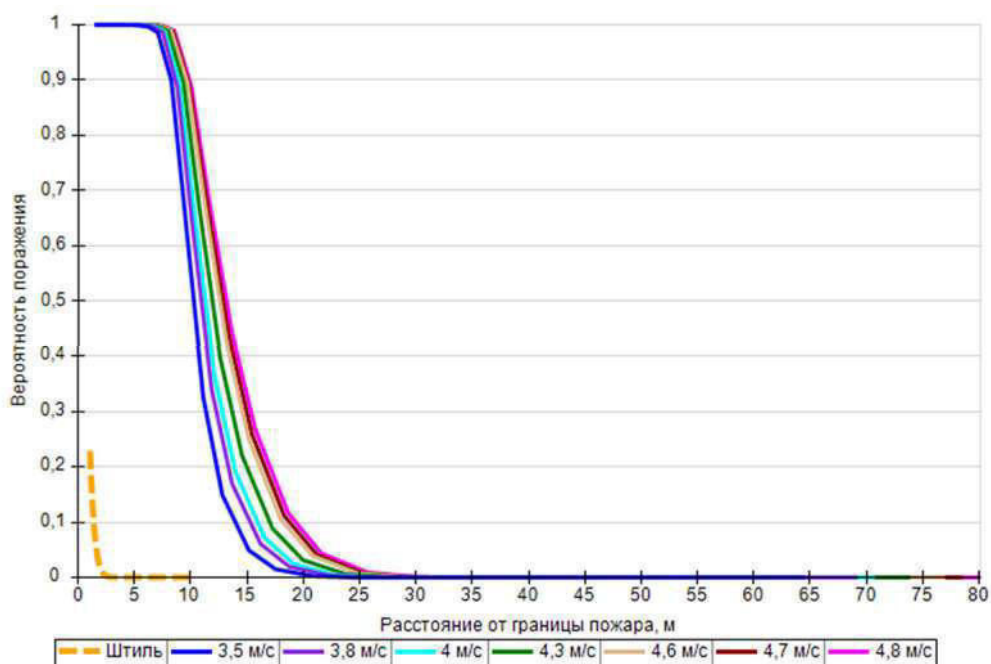
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{4,384-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,268656.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

6.4.5. Пожар по всей поверхности

Пожар по всей поверхности

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при штиле.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 4,7$ м от края пролива (края площади пожара).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет $16,16 \text{ кВт/м}^2$.

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м^2) составляет:

$$x = r_4 - r' = 21,1 - 4,7 = 16,4 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{16,4}{5} = 8,3 \text{ с.}$$

Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(8,3 \cdot 16,16^{4/3}) = 2,11.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{2,11-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,001915.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).

Расчет условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара при ветре $4,8 \text{ м/с}$.

Ниже приведен расчет условной вероятности поражения человека для точки, расположенной на расстоянии $r' = 21,2$ м от края пролива (края площади пожара) с подветренной стороны от очага

пожара (условные вероятности поражения для точек, расположенных с наветренной стороны от очага пожара, принимаются равными соответствующим значениям при штиле).

Интенсивность теплового излучения в рассматриваемой точке составляет 20,76 кВт/м².

Расстояние от рассматриваемой точки до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает безопасное значение (4 кВт/м²) составляет:

$$x = r_4 - r' = 109,8 - 21,2 = 88,6 \text{ м.}$$

Величина эффективного времени экспозиции:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} = 5 + \frac{88,6}{5} = 22,7 \text{ с.}$$

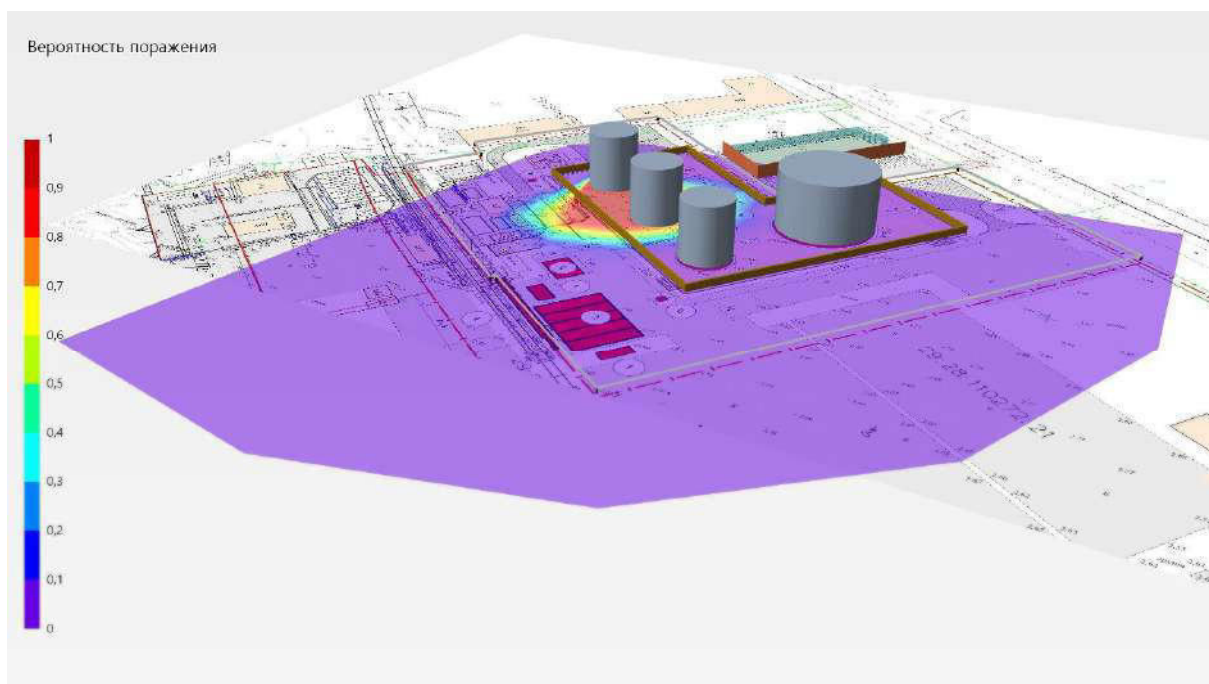
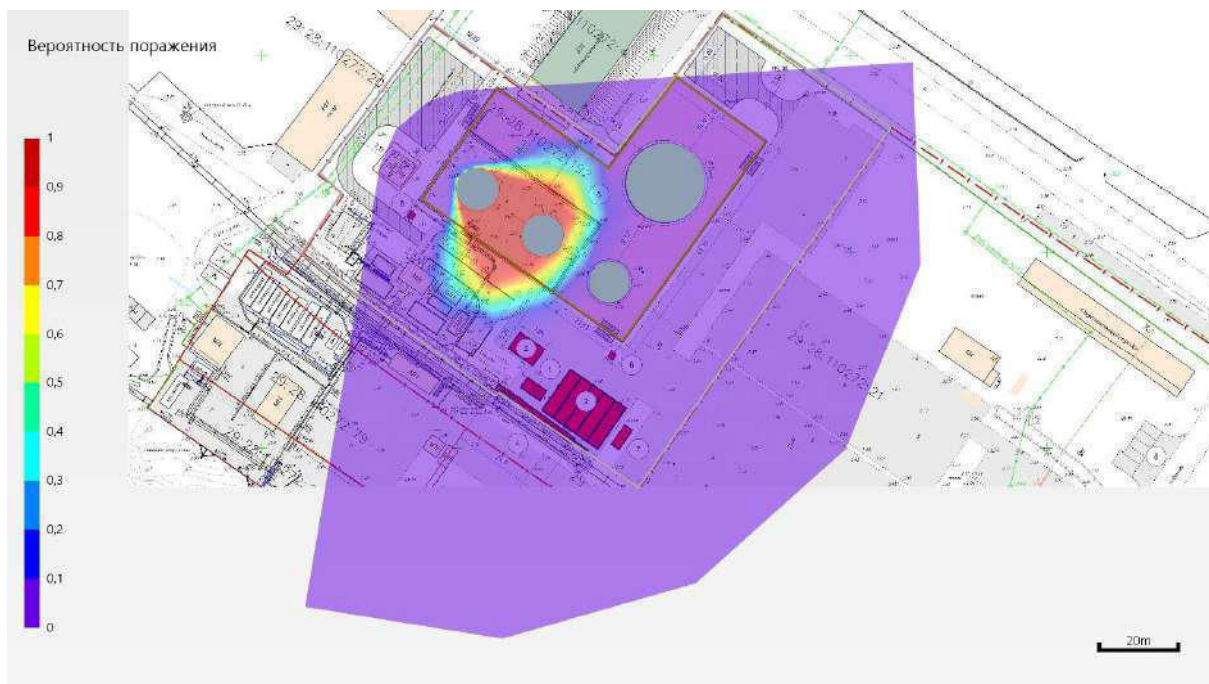
Значение пробит-функции составляет:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(22,7 \cdot 20,76^{4/3}) = 5,548.$$

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением в рассматриваемой точке:

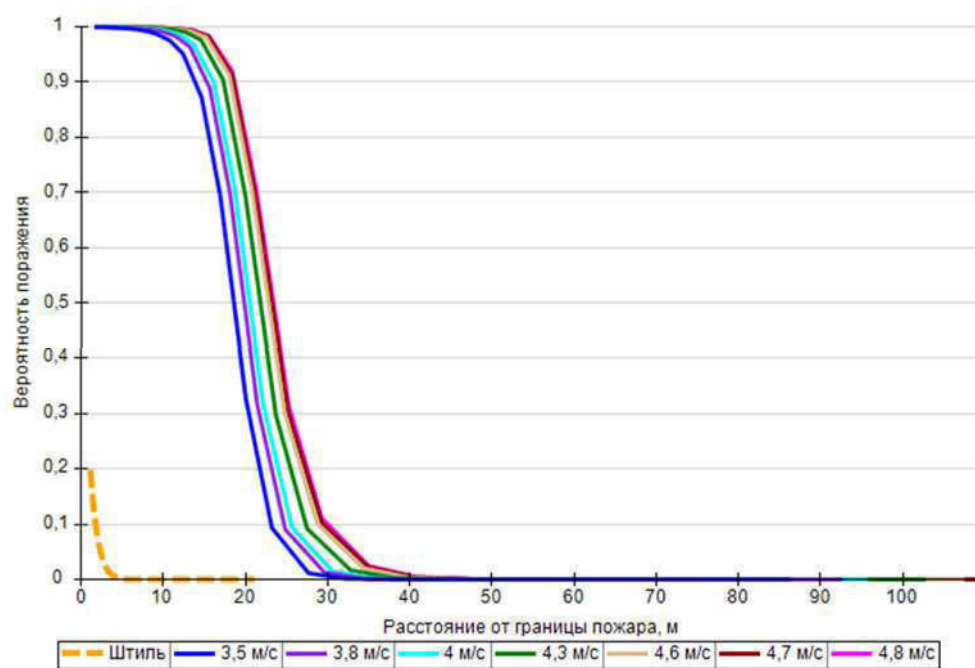
$$Q_d = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5,548-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU = 0,708652.$$

Аналогично были получены величины условных вероятностей поражения человека тепловым излучением на различных расстояниях от края пролива (края площади пожара).



Поле величин условной вероятности поражения человека тепловым излучением

На графике ниже представлены зависимости условной вероятности поражения человека от расстояния от края пролива (пожара) при всех заданных вариантах силы ветра.



Варианты значений условной вероятности поражения при различной силе ветра

7. Вычисление расчетных величин пожарного риска

7.1. Потенциальный риск на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта

7.1.1. Потенциальный риск от оборудования объекта

Величина потенциального пожарного риска в определенной точке как на территории объекта, так и в селитебной зоне вблизи объекта определяется по формуле:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{aj}(a) \cdot Q_j,$$

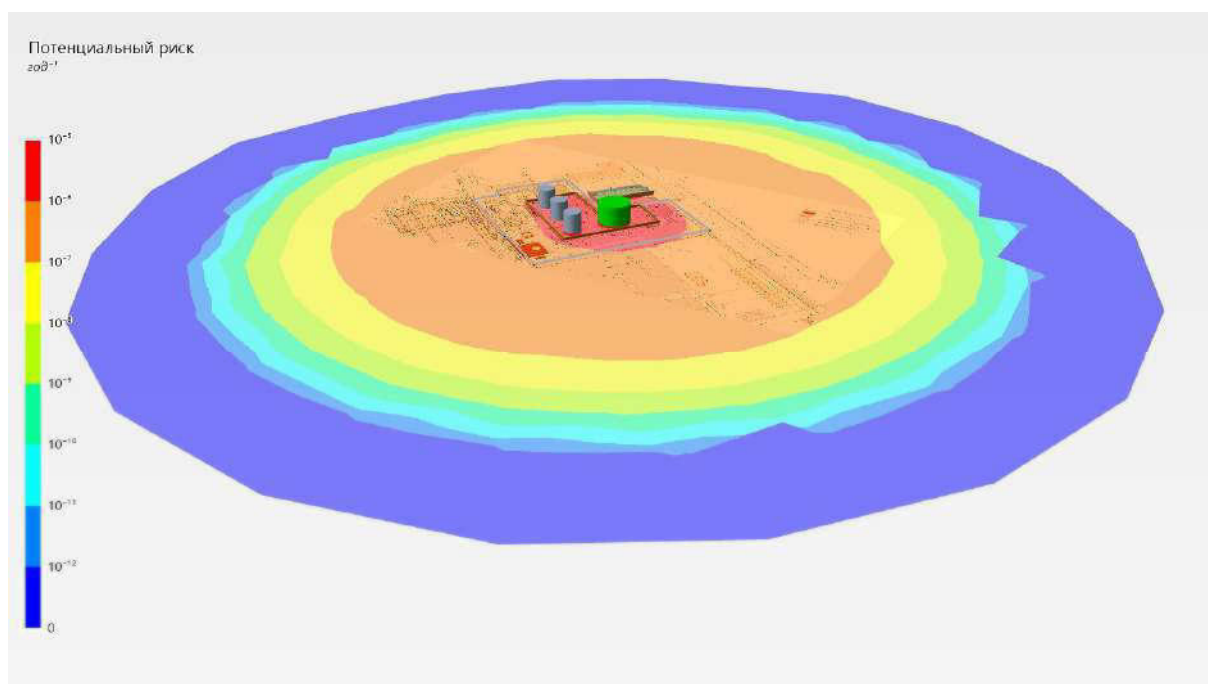
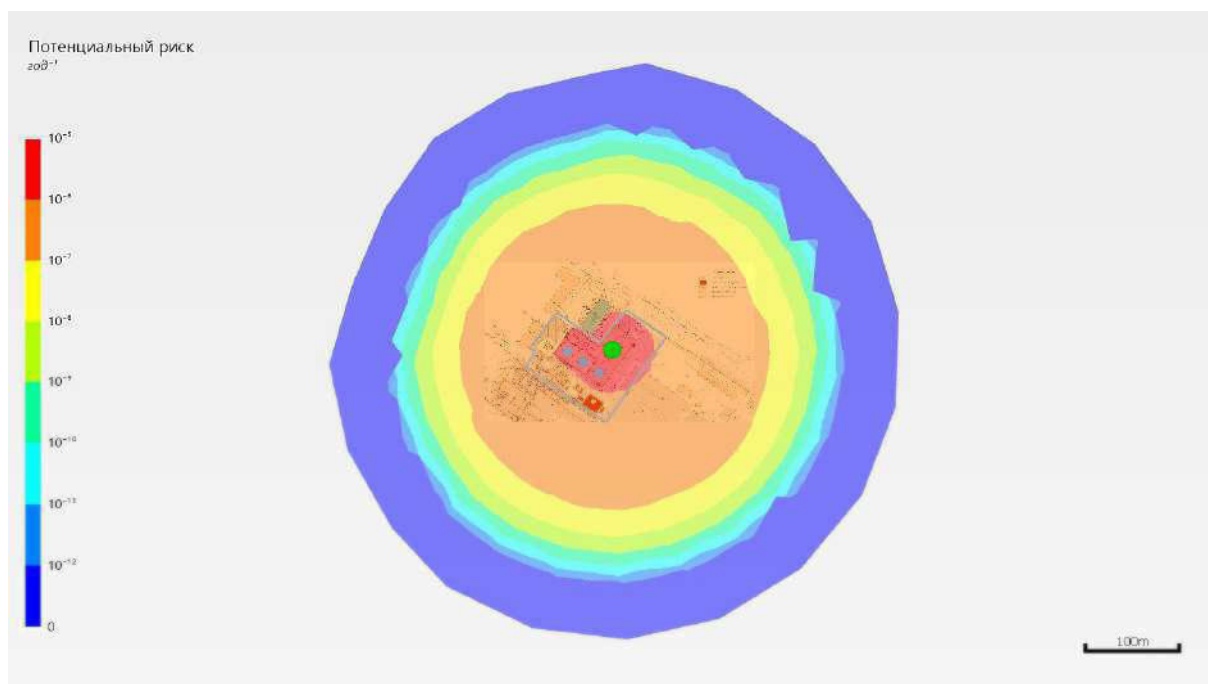
где J — число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);

$Q_{aj}(a)$ — условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (a) в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию;

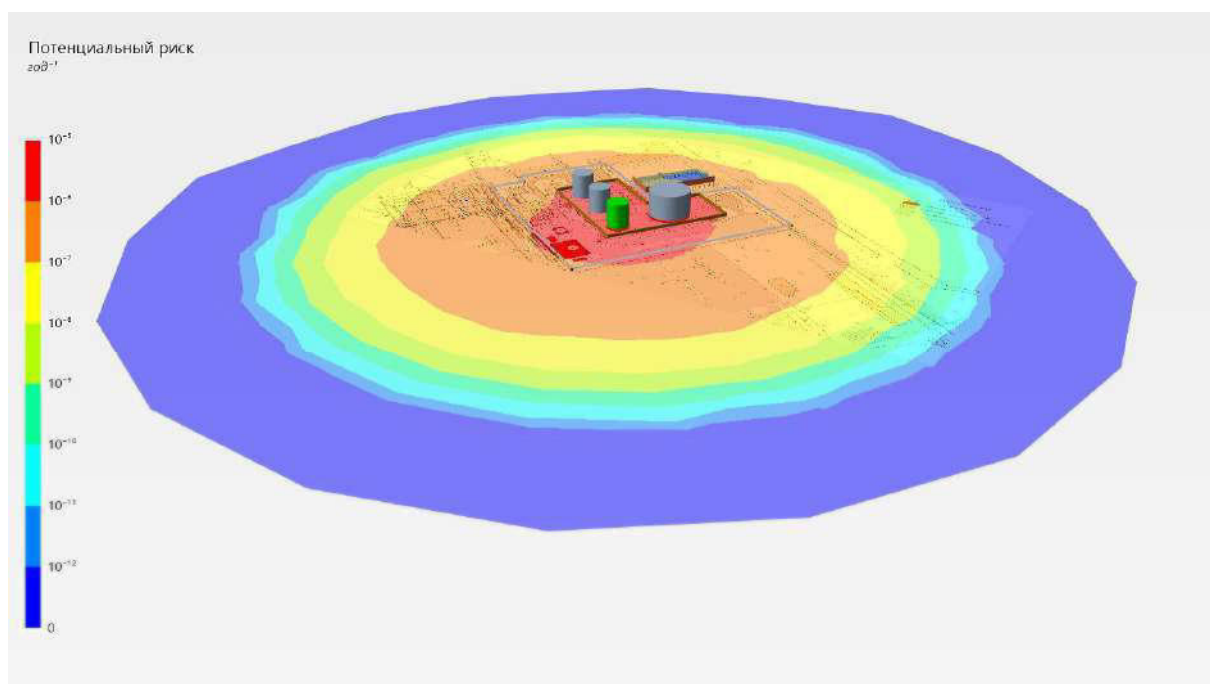
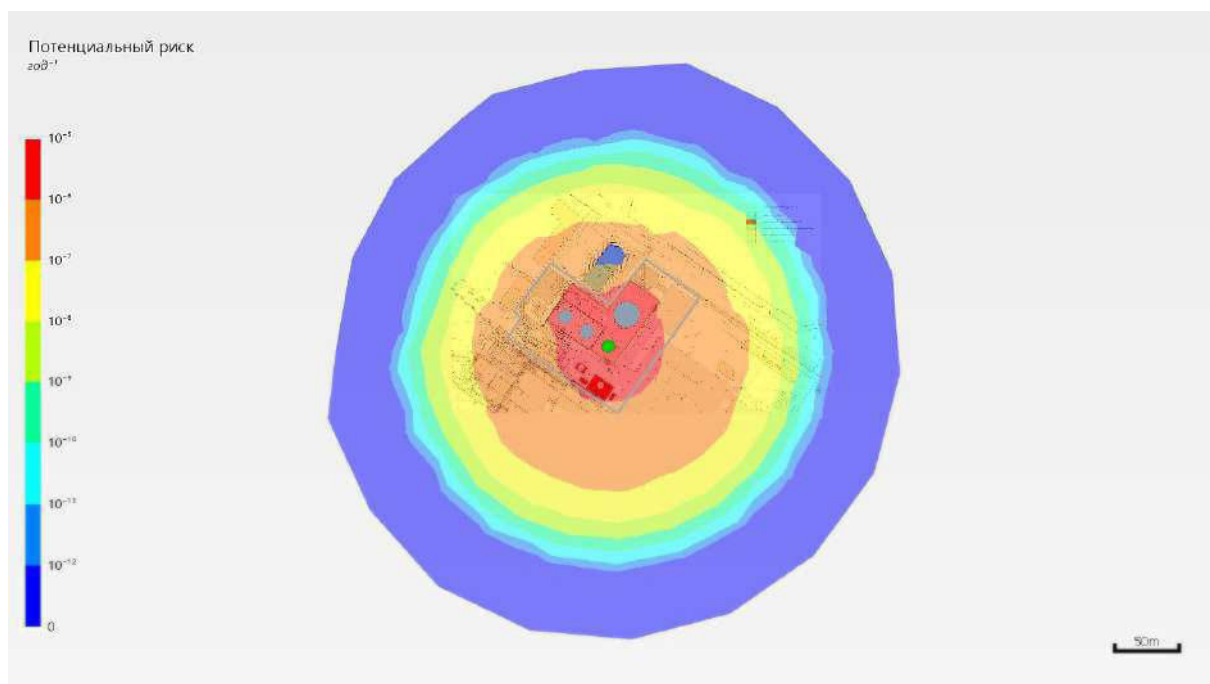
Q_j — частота реализации в течение года j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год^{-1} .

Ниже приведены поля потенциального пожарного риска, обусловленного возникновением пожароопасных ситуаций в оборудовании объекта.

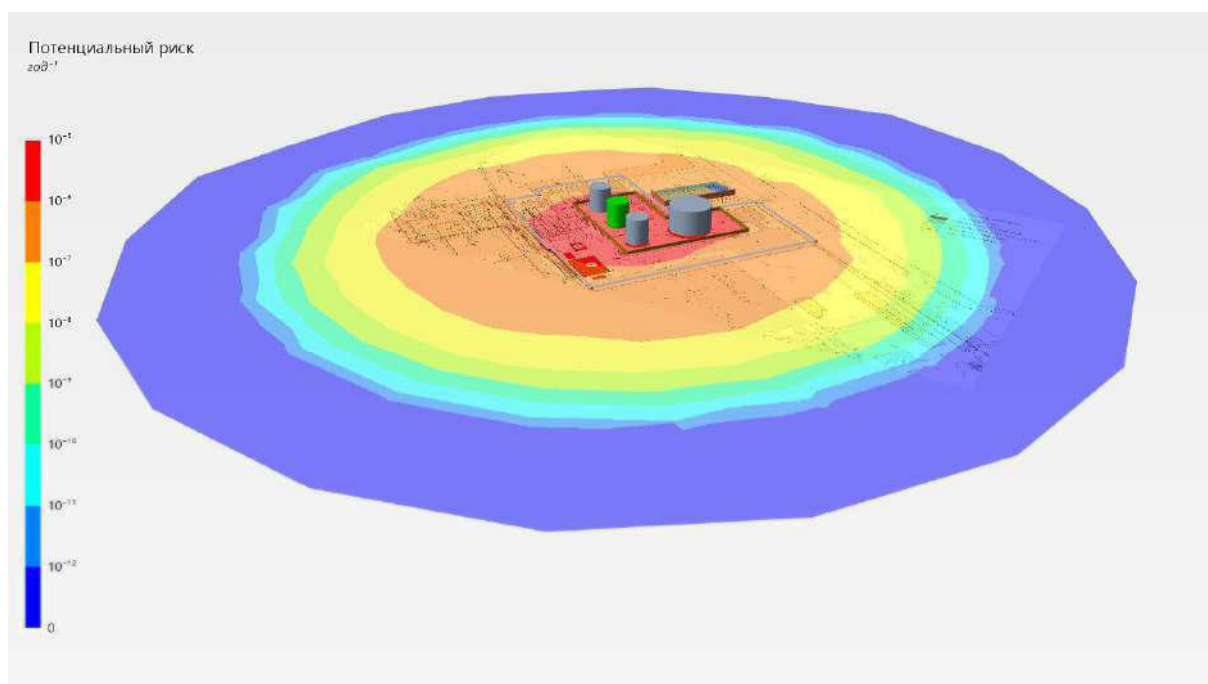
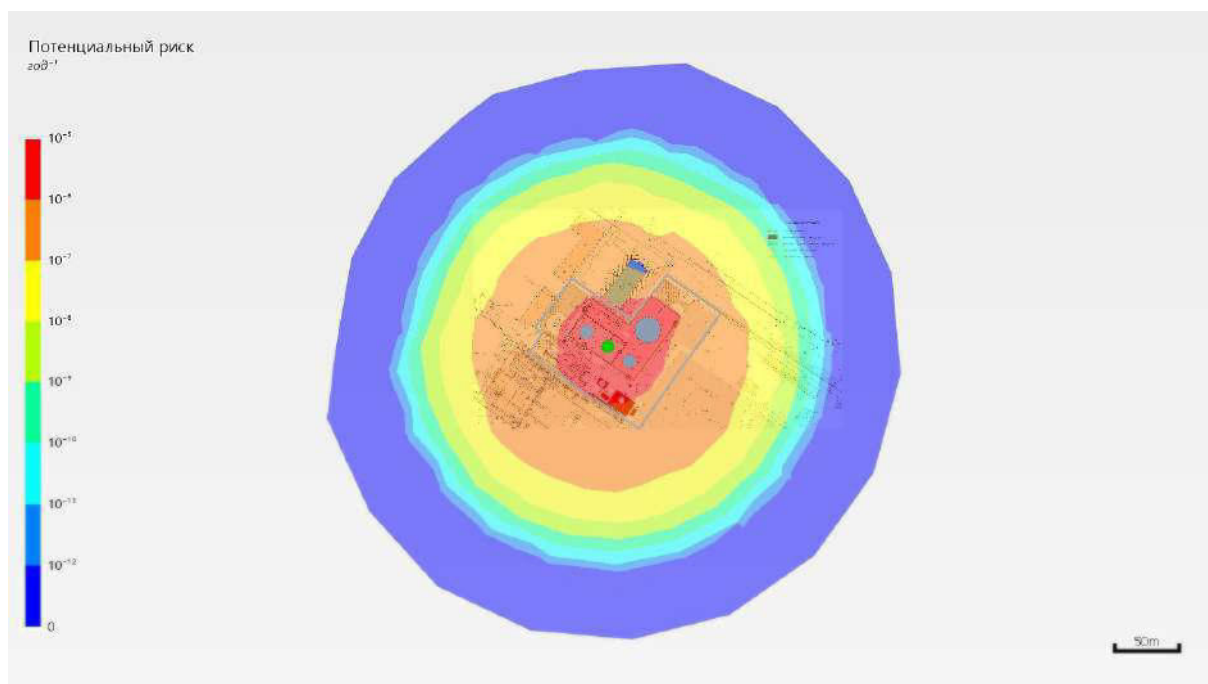
PBC_01



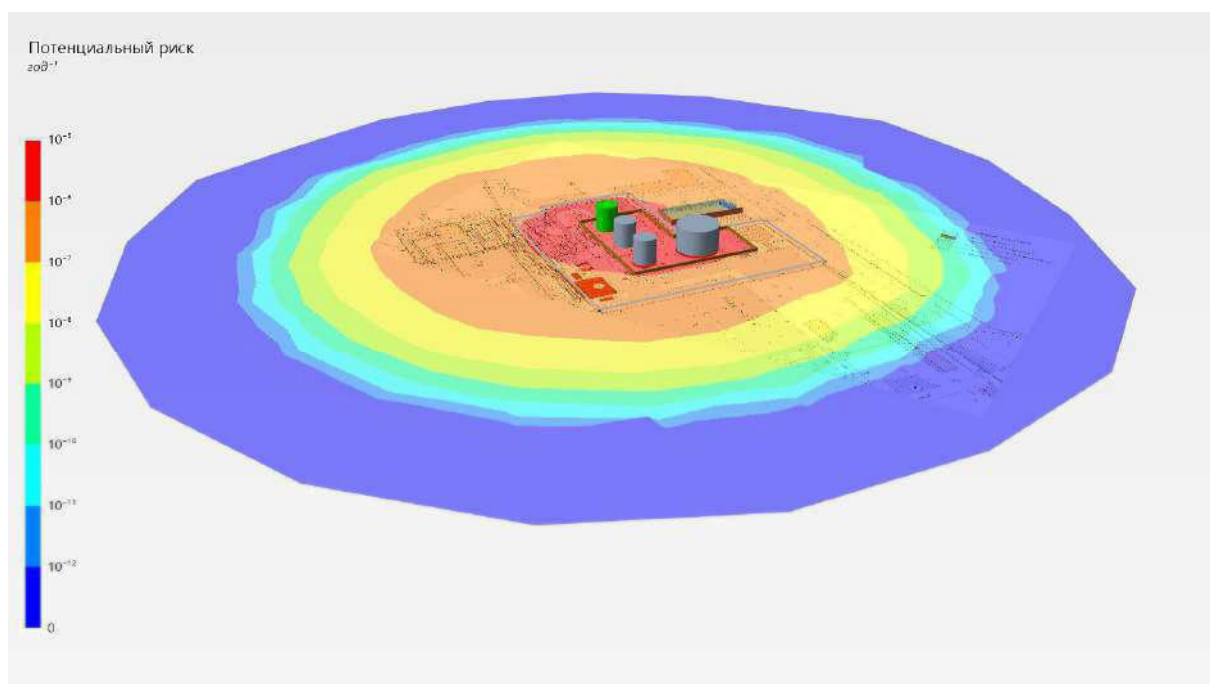
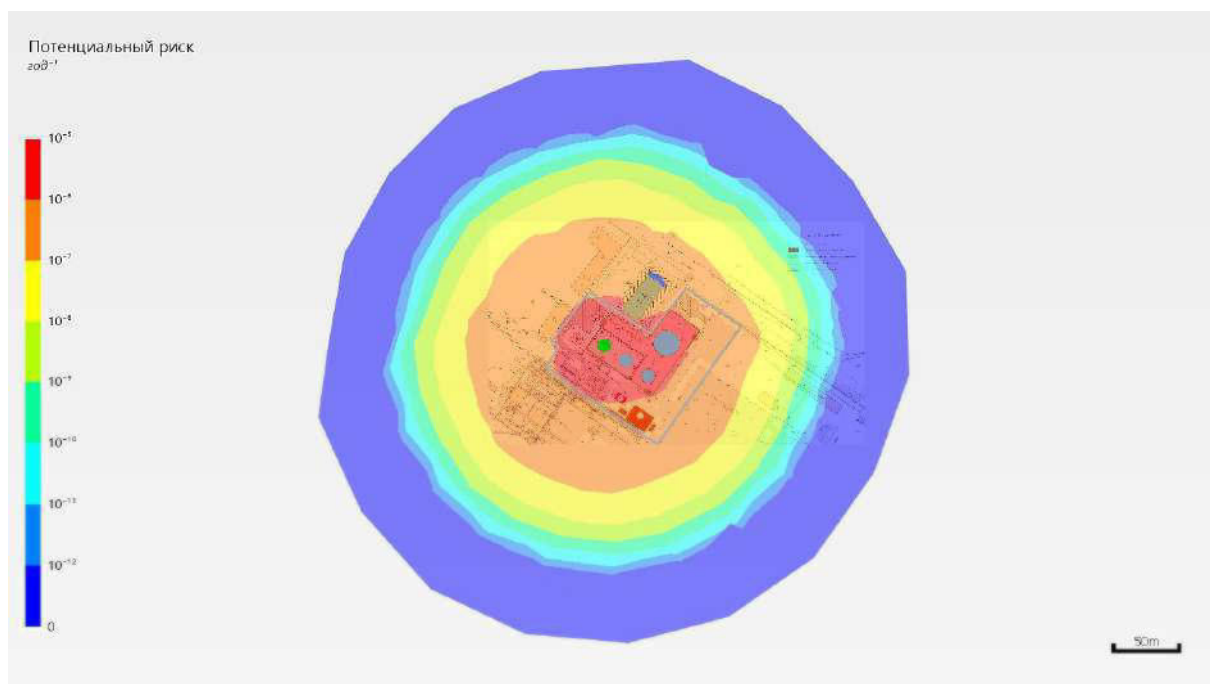
Поле потенциального пожарного риска (PBC_01)



Поле потенциального пожарного риска (PBC_02)

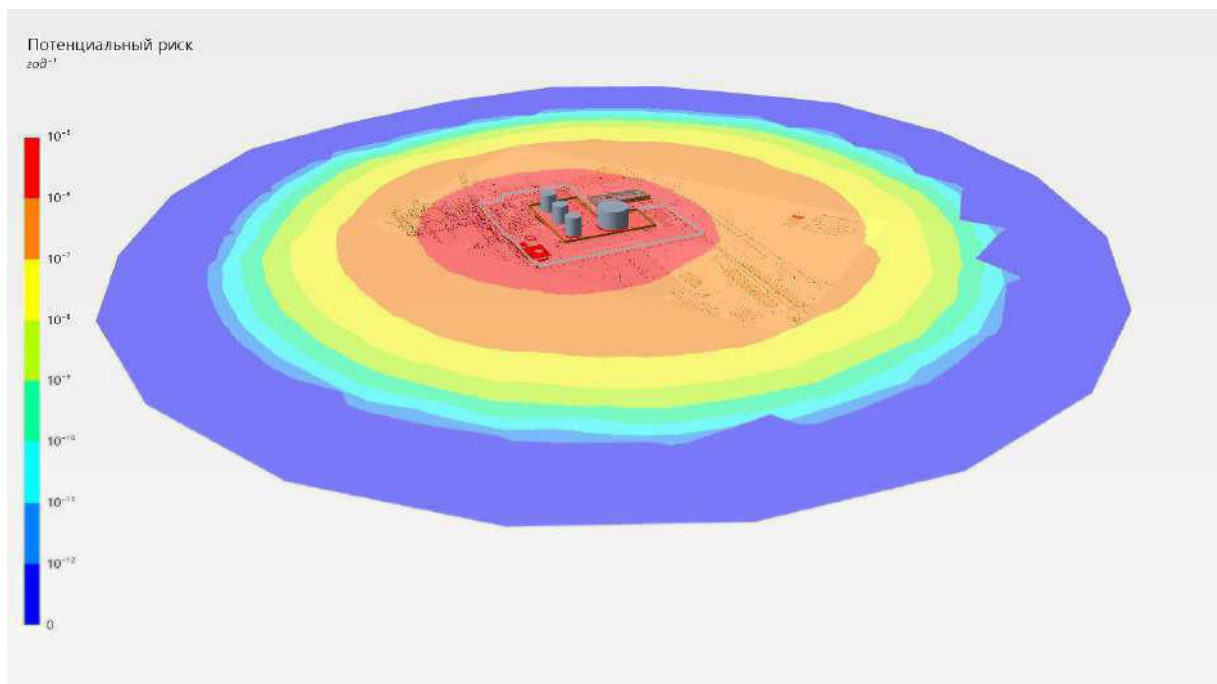
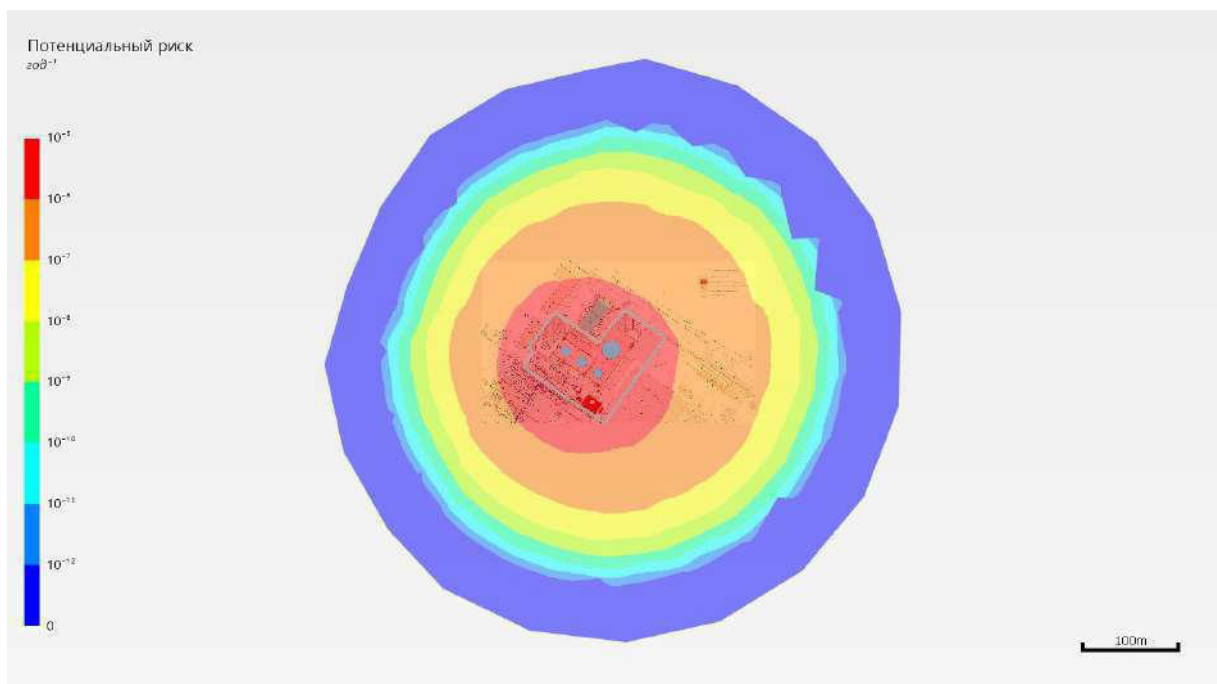


Поле потенциального пожарного риска (PBC_03)



Поле потенциального пожарного риска (PBC_04)

Путем суммирования полученных полей потенциального риска в каждой точке объекта получено поле суммарного потенциального риска, обусловленного возникновением пожароопасных ситуаций на всем оборудовании объекта.



Потенциальный пожарный риск от оборудования объекта

7.2. Индивидуальный пожарный риск

Вероятности нахождения людей на участках территории объекта и в зданиях приведены в таблице.

Вероятность нахождения людей

Категория людей	Группа людей	Здание, область территории	q_{im}
Население	Работники овощехранилища (5 чел.)	Овощехранилище	0,22557

7.2.1. Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта

Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта определяется для каждой группы людей с учетом вероятности их нахождения в каждой области территории или здании по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i),$$

где $P(i)$ — интегрированная по площади величина потенциального риска в i -ой области территории объекта, год⁻¹;

q_{im} — вероятность присутствия работника m в i -ой области территории объекта.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Расчет индивидуального пожарного риска в зданиях и на территории объекта

Группа людей	Здание, область территории объекта	q_{im}	$P(i)$ (мин. ... макс.), год ⁻¹	$R_m(i)$, год ⁻¹
--------------	------------------------------------	----------	--	------------------------------

7.2.2. Индивидуальный пожарный риск в селитебной зоне вблизи объекта

Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, индивидуальный пожарный риск принимается равным величинам потенциального риска в этой зоне с учетом доли времени присутствия людей в зданиях, сооружениях и строениях вблизи производственного объекта:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i),$$

где $P(i)$ — интегрированная по площади величина потенциального риска в i -ой области территории в селитебной зоне, год⁻¹;

q_{im} — доли времени присутствия людей m в i -ой области территории (здании) в селитебной зоне.

Доля времени присутствия людей принимается: для зданий, сооружений и строений классов Ф1 по функциональной пожарной опасности — 1; для зданий, сооружений и строений классов Ф2, Ф3, Ф4 и Ф5 по функциональной пожарной опасности с круглосуточным режимом работы — 1, при некруглосуточном режиме работы — доля времени присутствия людей в соответствии с организационно-распорядительными документами для этих зданий, сооружений и строений.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Расчет индивидуального пожарного риска в селитебной зоне вблизи объекта

Группа людей	Здание, область территории	q_{im}	$P(i)$ (мин. ... макс.), год ⁻¹	$R_m(i)$, год ⁻¹
Работники овощехранилища	Овощехранилище	0,22557	$5,398 \cdot 10^{-7} \dots 2,159 \cdot 10^{-6}$	$4,12 \cdot 10^{-7}$
Итого: $R_m =$				$4,12 \cdot 10^{-7}$

7.3. Социальный пожарный риск

Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, социальный пожарный риск принимается равным частоте возникновения событий, ведущих к гибели 10 и более человек:

$$S = \sum_{j=1}^L Q_j,$$

где L — число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров), для которых среднее число погибших людей в селитебной зоне вблизи объекта в результате воздействия опасных факторов пожара, взрыва превышает 10 человек;

Q_j — частота возникновения пожароопасной ситуации (пожара), год⁻¹.

Проведенные расчеты показали, что на рассматриваемом объекте не возникают пожары и взрывы, влекущие к гибели 10 и более человек в селитебной зоне. Следовательно, социальный пожарный риск в селитебной зоне вблизи объекта равен нулю.

8. Вывод

В результате проведенных расчетов получены следующие значения пожарных рисков:

- Индивидуальный пожарный риск в результате воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет $4,12 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$, что **превышает** нормативное значение 10^{-8} год^{-1} , установленное п. 4 ст. 93 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1]. Вместе с тем, согласно п. 4.1 ст. 93 [1], для производственных объектов, на которых для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной стомиллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной миллионной в год. При этом должны быть предусмотрены средства оповещения людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения, о пожаре на производственном объекте, а также дополнительные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению их пожарной безопасности и социальной защите;





- Социальный пожарный риск воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет 0 год^{-1} , что **не превышает** нормативное значение 10^{-7} год^{-1} , установленное п. 5 ст. 93 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1].

В соответствии со статьей 6 и статьей 93 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной; при этом, согласно п. 4.1 статьи 93 [1], «должны быть предусмотрены средства оповещения людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения, о пожаре на производственном объекте, а также дополнительные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению их пожарной безопасности и социальной защите».

9. Перечень исходных данных и используемых источников информации

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства РФ от 31.03.2009 № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС от 10.07.2009 г. № 404, с изм., утв. приказом МЧС России от 14.12.2010 г. № 649).
4. Гордиенко Д.М., Шебко Ю.Н. и др. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. – М.: ВНИИПО, 2012. – 242 с.
5. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
6. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».
7. СТО Газпром 2-2.3-400-2009 «Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО "Газпром"».

10. Приложения

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р	
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
№ РОСС RU.НА10.Н01417	по 19.11.2021
Срок действия с 20.11.2018	№ 0386356
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ Орган по сертификации продукции машиностроения Общество с ограниченной ответственностью «Эксперт-Сертификация». Место нахождения: 305000, Российская Федерация, Курская область, город Курск, улица Почтовая, дом 23, помещение 8. Телефон: 84712770491, адрес электронной почты: info@ekspert-sert.ru. Аттестат аккредитации регистрационный № RA.RU.11HA10. Дата регистрации аттестата аккредитации 18.12.2017 года	
ПРОДУКЦИЯ Программный комплекс FireCat: Pyrosim, Pathfinder, FireRisk, FireCategories, PromRisk Серийный выпуск	код ОК 034-2014 (КПЕС 2008) 58.29.29.000
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	
«Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.09.2009, с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России №749 от 12.12.2011 и приказом МЧС России №632 от 02.12.2015); «Методика определения расчетных величин пожарного риска на промышленных объектах» (утвержденной приказом МЧС России №404 от 10.07.2009) СП 12.13.130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»	код ТН ВЭД
ИЗГОТОВИТЕЛЬ ИП Карькин Илья Николаевич Адрес: 620062, РФ, г. Екатеринбург, ул. Первомайская 66 - 4 ИНН: 667008733913	
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ИП Карькин Илья Николаевич Адрес: 620062, РФ, г. Екатеринбург, ул. Первомайская 66 - 4 Телефон: +7 (343) 319-12-62, E-mail: mail@pyrosim.ru ИНН: 667008733913	
НА ОСНОВАНИИ протокола испытаний № 737-11/12-ЭСТ от 19.11.2018 года, выданного испытательной лабораторией «ЭС-Тест» Общества с ограниченной ответственностью «Эксперт-Сертификация», регистрационный № РОСС RU.31485.04ИДЮ0.005.	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема сертификации: 3.	
	Руководитель органа Эксперт
	П.А. Андропов инициалы, фамилия
	Ю.С. Котова инициалы, фамилия
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ"

ФОНД АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН МЧС РОССИИ В ОБЛАСТИ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ФАП ПБ)

РЕГИСТРАЦИОННОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 02.0004.01

от 21 ноября 2018 г.

Настоящее свидетельство выдано ИП Карькину И.Н. в том, что
представленный в ФАП ПБ

программный комплекс FireCat в составе:
PyroSim, Pathfinder, FireRisk, FireCategories, PromRisk

зарегистрирован за № 02.0004.01

Начальник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
полковник внутренней службы

Д.М. Гордиенко

" " 2018 г.





МЧС России

**Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий
стихийных бедствий**

Управление надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Архангельской области

Заключение нормативно-технического совета (протокол № 6 от 28 декабря 2017 года)

На согласование представлена документация: специальные технические условия на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта: «Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18 (далее – СТУ).

Общество с ограниченной ответственностью «01 ГРУПП». Адрес: 606037, Нижегородская область, г. Дзержинск, ул. Петрищева, 29-53. Директор Фомичев В.А., Эксперт по вопросам пожарной безопасности Козлов В.Ю.
(наименование организации)

Акционерное общество «Троица». Юридический адрес: 164500, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, д.18. Генеральный директор Найда А.Б.
(наименование организации)

Генеральная проектная организация: ЗАО НПО «ТЕХКРАНЭНЕРГО». Адрес: 600009, г. Владимир, ул. Полины Осипенко, д. 66.
(наименование организации)

1. Необходимость разработки специальных технических условий (далее – СТУ):

Необходимость разработки СТУ обусловлена отсутствием и недостатком нормативных требований по пожарной безопасности для данного объекта строительства, а именно:

- противопожарным преградам, представляющим собой комбинацию противопожарных разрывов и противопожарных водяных завес, предусматриваемых вне зданий. Предусматривается также комбинация противопожарных разрывов, противопожарных стен и завесы;
- для складов нефтепродуктов (нефтебаз): размещаемых на причале.

2. Компенсирующие мероприятия и дополнительные требования пожарной безопасности:

С целью компенсации недостатка и отсутствия противопожарных требований пожарной безопасности, изложенных в п. 3 СТУ предусматриваются следующие противопожарные мероприятия, которые изложены в табличной форме.

№ п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
1	<p>Противопожарным преградам, представляющим собой комбинацию противопожарных разрывов и противопожарных водяных завес, предусматриваемых вне зданий.</p> <p>Предусматривается также комбинация противопожарных разрывов, противопожарных стен и завесы.</p>	<p>Для организации водяной завесы, предусматриваются стационарные установки с использованием веерных распылителей. Водяные завесы предусматриваются с ручным (с места размещения) и дистанционным (из помещения операторной с постоянным пребыванием людей) включением.</p> <p>Параметры завесы, создаваемой одним распылителем, составляют не менее: размер по вертикали (высота водяной завесы) - 7 м; размер по горизонтали (ширина водяной завесы) - 14 м; эффективная площадь - от 70 до 80 м²; эффективная толщина - 1 м.</p> <p>Границы (по горизонтали) водяной завесы должны выступать за проекцию эстакады и площадки эстакады, ограничивающей площадь возможного аварийного пролива, а также границы защищаемых зданий и резервуаров, не менее, чем на 1 метр в обе стороны.</p> <p>Расчетную продолжительность работы водяных завес на эстакаде следует принимать не менее промежутка времени, требуемого для гарантированного покидания железнодорожным составом участка ж/д пути от ближайшего к площадке железнодорожного семафора (по ходу движения ж/д состава) и до противоположной размещению этого семафора, границы площадки нефтебазы, но не менее 30 минут.</p>

№ п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>Расчетную продолжительность работы остальных водяных завес следует принимать не менее промежутка времени, требуемого для тушения пожара.</p> <p>Предел огнестойкости несущих конструкций навесов эстакады должен быть не менее R120. При этом водяное охлаждение указанных конструкций допускается не предусматривать.</p> <p>Эстакада должна быть оснащена стационарными системами водопенного пожаротушения и обеспечивающей подачу пены от станции пожаротушения объекта на все ж/д цистерны, размещаемые в секции эстакады, ограничивающей площадь возможного аварийного пролива нефтепродукта, в которой произошло загорание цистерны, а также на поверхность пролива продукта в этой секции. При этом подачу пены следует осуществлять сверху по всей длине цистерн, включая подачу пены в их открытые горловины.</p> <p>В качестве противопожарной преграды (в местах ее сокращения (сокращение п/п расстояния от резервуара с ТНП до трансформаторной подстанции (фактически 10 м вместо 30 м), сокращение п/п расстояния между операторной и насосной темных нефтепродуктов (фактически 1 м вместо 12 м)) предусматриваются противопожарные стены 1-го типа в сочетании с устройством водяной завесы с параметрами изложенными выше.</p> <p>При сокращении расстояний от резервуара с ТНП до насосной станции пожаротушения (фактически 15 м вместо 30 м), сокращение п/п расстояния от резервуара с ТНП до нефтеловушки (фактически 15 м вместо 20 м), сокращение п/п расстояния между сливо-наливного устройства причала до котельной (фактически 20 м вместо 40 м), сокращение п/п расстояния от железнодорожной сливо-наливной эстакады до операторной (фактически 10 м вместо 40 м), сокращение п/п расстояния между сливо-наливного устройства причала до АБК (фактически 10 м вместо 40 м), предусматривается устройство водяной завесы с параметрами изложенными выше.</p>

№ п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>Принятые решения подтвердить расчетом пожарного риска, выполненным по методике, утвержденной приказом МЧС РФ от 10.07 2009 г. № 404.</p> <p>Кровля, всех зданий где нарушены п\п расстояния, должна быть выполнена из негорючих материалов.</p>
2	<p>Для складов нефтепродуктов (нефтебаз): размещаемых на причале.</p>	<p>Контроль сварных швов трубопроводов радиографическим методом и дополнительный контроль сварных швов ультразвуковым методом.</p> <p>Установка датчиков, регистрирующих предельные параметры работы технологического оборудования (давления, температуры, засорения фильтров и т.д.) с автоматической блокировкой технологического процесса и выводом информации диспетчеру.</p> <p>Установка газоанализаторов, регистрирующих разгерметизацию технологического оборудования (разлива нефтепродукта).</p> <p>Установка продуваемой ограды из негорючих материалов высотой не менее 2 м.</p> <p>Обеспечение возможности перекачки из резервуара в резервуар в случае возникновения аварийной ситуации.</p> <p>В систему противопожарной защиты комплекса входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструктивные и технологические решения, обеспечивающие своевременную эвакуацию людей и их защиту от опасных факторов пожара; - устройства, ограничивающие образование горючей среды, площадь разлива нефтепродуктов, источников зажигания и распространения огня и дыма; - наружное противопожарное водоснабжение и стационарное пожаротушение (оборудование технологических площадок и нефтебазы установкой пенного пожаротушения на основе фторированного пленкообразующего пенообразователя и водяной завесой); - автоматическая пожарная сигнализация; - оповещение о пожаре и управление эвакуацией;

№ п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>-устройства для защиты резервуаров не менее двух пенных камер;</p> <p>-принятия расчетного времени тушения пожара равного 15 мин;</p> <p>-использования пенообразователя, рассчитанного на использование с применением морской воды;</p> <p>Предусмотрена разработка оперативного плана пожаротушения с описанием действий обслуживающего персонала при пожаре и согласования с ГУ МЧС России по Архангельской области оперативного плана пожаротушения.</p> <p>Обеспечивается передача сигнала о пожаре в автоматическом режиме в пожарную часть №7 г. Северодвинск, ул. Лесная, 48А.</p>

Дополнительные мероприятия, направленные на компенсирование недостающих норм проектирования и на отсутствие нормативных требований:

Общие требования:

Время прибытия ближайшего подразделения пожарной охраны не должно превышать 10 минут.

Открытая прокладка трубопроводов для систем пожаротушения и противопожарного водоснабжения допускается при выполнении следующего условия: предел огнестойкости опор трубопроводов, проходящих должен быть не менее REI 240. При этом допускается использовать многослойные огнезащитные покрытия. При этом следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие при воздействии пожара работоспособность в течение времени не менее необходимого для тушения пожара.

Требования к размещению зданий, сооружений и наружных установок на территории:

Генеральный план должен разрабатываться с учетом технологического зонирования, блоков зданий и сооружений.

Требования пожарной безопасности для организации пожаротушения на объекте:

Расчет наружного противопожарного водопровода площадки произвести в соответствии с СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» и СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности».

Общий расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение зданий, сооружений и наружных установок площадок принимать, как наибольший суммарный расход воды для нужд пожаротушения при возможном

возникновении одного пожара в одном из зданий, сооружении или наружной установки на территории.

Противопожарное водоснабжение на территории площадки должно обеспечиваться от пожарных гидрантов, расположенных на расстоянии не более 150 метров друг от друга.

Организационно-технические мероприятия:

В процессе строительства необходимо обеспечить:

приоритетное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных нормативными документами по пожарной безопасности и настоящими СТУ;

соблюдение требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании»;

пожаробезопасное проведение строительных и монтажных работ;

наличие и исправное содержание средств противопожарной защиты.

До момента ввода объекта в эксплуатацию следует:

разработать специальные правила пожарной безопасности, учитывающие особенности объекта и специфику его пожарной опасности.

План тушения пожаров должен отражать организацию, связь, информирование и реагирование при различных размерах и условиях возникновения пожара и включать:

описания сигналов, схем, порядка оповещения;

распределение обязанностей между руководителями, координаторами, членами пожарных подразделений и соответствующие должностные инструкции;

перечень намеченных к применению сил и средств;

инструкцию по оценке обстановки, уровню реагирования и выбору вариантов действий;

описания средств связи и коммуникаций и другую необходимую информацию.

Компенсирующие инженерно – технические и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при применении противопожарных преград, представляющим собой комбинацию противопожарных разрывов и противопожарных водяных завес, предусматриваемых вне зданий, а также комбинации противопожарных разрывов, противопожарных стен и завесы не противоречит положениям ч. 1 ст. 69 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». По принятым решениям предоставлено техническое заключение по оценке пожарного риска, подтверждающее соответствие пожарного риска на объекте защиты допустимым значениям, выполненное по методике, утвержденной приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404.

Подобные инженерно – технические и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности ранее согласовывались нормативно-техническим советом Департамента надзорной деятельности МЧС России (заключение от 21.03.2013 № 4, протокол заседания Нормативно-технического совета ДНД МЧС России от 24.12.2009 № 17).

3. Решение нормативно-технического совета:

Рассмотрев специальные технические условия в части обеспечения пожарной безопасности по техническому перевооружению нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн, расположенной по адресу: Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18, разработанные ООО «01 ГРУПП» и ознакомившись с комплексом инженерно – технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также представленным техническим заключением по оценке пожарного риска и учитывая ранее согласованные решения (заключение от 21.03.2013 № 4, протокол заседания Нормативно-технического совета ДНД МЧС России от 24.12.2009 № 17), нормативно-технический совет считает возможным согласиться с предлагаемыми техническими решениями.

При проектировании, строительстве и эксплуатации объекта должны быть соблюдены в полном объеме требования пожарной безопасности, изложенные в Федеральном законе от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и разработанных СТУ.

Ответственность за достоверность исходных данных и соответствие проведенных расчетов методике, утвержденной приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404, несет исполнитель работы.

Заместитель главного государственного инспектора
Архангельской области по пожарному надзору



А.А. Бахтин

Секретарь нормативно-технического совета

С.В. Лукачева

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

должность, наименование организации

АО «ТРОИЦА»

заказчика (инвестора)

Найда А.Б.

личная подпись

инициалы, фамилия

« » 2017 г.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности объекта:
«Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица», расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18.

Разработано:

Директор

ООО «01 ГРУПП»

(должность руководителя и наименование организации разработчика)



В.А. Фомичев

(инициалы, фамилия)


2017

Список исполнителей СТУ

Руководитель разработки:

Директор

(должность)


(личная подпись)


В.А. Фомичев

(инициалы, фамилия)

Исполнители:

Эксперт по вопросам
пожарной безопасности

(должность)


(личная подпись)

В.Ю. Козлов

(инициалы, фамилия)

Содержание

1. Общие положения.....	
2. Правовые основания для разработки СТУ.....	
3. Необходимость разработки СТУ.....	
4. Область применения.....	
5. Краткое описание объекта объекта и анализ пожарной опасности объекта.....	
6. Перечень нормативно-правовых актов и нормативных документов.....	
7. Термины и определения.....	
8. Дополнительные меры направленные на компенсирование недостающих норм проектирования на отсутствие нормативных требований.	
8.1. Область применения.....	
8.2. Требования пожарной безопасности для организации пожаротушения на объекте.....	
9. Организационно-технические мероприятия.....	

1. Общие положения

1.1. Наименование и адрес объекта

Объект: «Нефтебаза АО «Троица»

Расположенная по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18.

1.2. Сведения о заказчике строительства

Акционерное общество «Троица»

ИНН 2902006220 КПП 290201001

Юридический адрес: 164500, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, д. 18

р/с 40702810404260111668 в Отделение №8637 Сбербанка России, Архангельск

БИК: 041117601, к/сч 30101810100000000601

1.3. Сведения о генеральной проектной организации

ЗАО НПО «ТЕХКРАНЭНЕРГО»

600009 г. Владимир, ул. Полины Осипенко, д. 66.

Тел. (4922) 33-15-50

БИК 041708602

К/с 30101810000000000602

Р/с 40702810810040100419

ИНН 3328401520

КПП 332801001

Владимирское отделение Сбербанка России №8611 г. Владимира

e-mail: zema@tkd.ru

1.4. Сведения о разработчике СТУ

ООО «01 ГРУПП»;

ИНН 5249123708;

КПП 524901001;

ОГРН 1125249006079;

Расчетный счет: 40702810742160005569 в Волго-Вятском банке Сбербанка РФ в г. Нижнем Новгороде;

К/с 30101810900000000603;

БИК 042202603;

Адрес: 606037, Нижегородская область, г. Дзержинск, ул. Петрищева, 29-53.

Телефон: 291-45-30.

Директор – Фомичев Владимир Андреевич

E-mail: vlaфом@mail.ru.

Общество с ограниченной ответственностью ««01 ГРУПП» аккредитована МЧС России в качестве организации, осуществляющей деятельность по

направлению: обследование объекта защиты, проведение расчетов по оценке пожарного риска, подготовка вывода о выполнении (невыполнении) условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности и разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Свидетельство об аккредитации выдано 29.08.2013 г. №660/В/0532.

2. Основания для разработки СТУ

Специальные технические условия на проектирование, в части обеспечения пожарной безопасности разработаны на основании:

п.8 ст.6 Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

ст. 20 Федерального закона от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

п. 2 ст. 78 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

п. 5 Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87.

приказ МЧС России от 28.11.2011 г. № 710 "Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий предоставления государственной услуги по согласованию специальных технических условий для объектов, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, отражающих специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности";

приказа Минстроя России №248/ПР от 15.04.2016 г. «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».

3. Необходимость разработки СТУ

Необходимость разработки СТУ обусловлена отсутствием и недостатком нормативных требований по пожарной безопасности для данного объекта строительства, а именно:

- противопожарным преградам, представляющим собой комбинацию противопожарных разрывов и противопожарных водяных завес, предусматриваемых вне зданий. Предусматривается также комбинация п/п разрывов, п/п стен и завесы.

- Для складов нефтепродуктов (нефтебаз): размещаемых на причале.

4. Область применения

4.1. Настоящие специальные технические условия, распространяются только на здания, сооружения и наружные установки, входящие в состав «Нефтебаза АО «Троица», расположенной по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18 не могут быть частично или полностью распространены на другие объекты.

4.2. В настоящем СТУ приведены нормы, содержащие технические требования на проектирование объекта, в части обеспечения пожарной безопасности, и не рассматриваются другие аспекты обеспечения его безопасности и эксплуатационной надежности.

4.3. СТУ являются техническими нормами, содержащие (применительно к данному объекту) дополнительные и отсутствующие технические требования в области пожарной безопасности, отражающие особенности объекта.

4.4. Разработка СТУ выполнена с учётом всех требований действующих законодательных и нормативных документов Российской Федерации.

4.5. Требования, не указанные в СТУ, следует предусматривать в соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности.

5. Краткое описание объекта и анализ пожарной опасности

«Техническое перевооружение нефтебазы АО «Троица» с установкой пяти емкостей (3000 м³ в количестве 4-х шт., 1000 м³ в количестве 1 шт.), дополнительно к двум промежуточным емкостям (1000 м³ в количестве 2-х шт.), слива/налива ж/д и автоцистерн» АО «Троица».

Нефтебаза АО «Троица» является самостоятельным объектом, обеспечивающим перевалку нефтепродуктов. Нефтебаза АО «Троица» расположена по адресу: 164520, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Чаячий, 18.

Нефтебаза АО «Троица» выполняет функцию перевалки темных и светлых нефтепродуктов с железнодорожных цистерн в морские танкеры и автомобильные цистерны. На территории нефтебазы имеется железнодорожный путь для приема железнодорожных вагонов-цистерн, тупик с электрической лебедкой. Объем перевалки не менее 9000 тонн в месяц.

- по назначению – перевалочная (перевалка с железнодорожного транспорта на водный и автомобильный транспорт) – ВНТП 5-95 раздел 2.

- по транспортным связям водно– железнодорожная – ВНТП 5-95 раздел 2

Общая вместимость:

- 2500 тонн танкерное хранение мазута
- 1800 тонн хранением мазута в резервуаре
- 1500 тонн танкерное хранение дизельное топливо
- 300 тонн хранение дизельного топлива в РГС

Тип ОПО 3.2, III класс опасности по 116-ФЗ.

Режим работы 365 дней в году (прием/отпуск).

Грузооборот 150 000-400000 тонн в год – 2 класс в соответствии с ВНТП 5-95
таблица 1.

На территории нефтебазы имеется модульная паровая котельная производительностью 6,4 т/час, для технологических нужд.

На территории нефтебазы проектируется резервуарный парк объемом резервуара РВС –3000 м³, РВС –1000 м³, насосная станция с пятью электронасосными агрегатами, сливноналивная площадка под навесом для автоцистерн объемом 33 куб. м, подземные емкости для сбора сточных (с нефтепродуктами).

Тушение пожаров в аварийных ситуациях осуществляется силами пожарной части ПЧ-7 г. Северодвинск, ул. Лесная, 48А находящейся на расстоянии 4,32 км от нефтебазы. Прибытие пожарного подразделения в порт составит не более 10 минут.

Оснащение нефтебазы первичными средствами пожаротушения соответствует требованиям приложения Правил противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390.

Для защиты окружающей среды от проливов, возможных на территории нефтебазы имеются приемные подземные резервуары для сбора случайных (аварийных) проливов и дождевых стоков.

Техническое перевооружение нефтебазы предусматривает:

- установку одного промежуточного вертикального стального резервуара (РВСП-1000с ограничением налива 897 м³), приведенной вместимости 900 м³, и четырех вертикальных стальных резервуаров (РВС-3000с ограничением налива 2700 м³), приведенной вместимости 10800 м³. Резервуары размещены в проектируемом резервуарном парке по плану, предусмотрено обвалование каждого РВС.

Светлые нефтепродукты: два РВС-3000;

Темные нефтепродукты: один РВС-1000 и один РВС-3000;

Кроме того предусмотрен один РВС-3000 в качестве аварийного.

Вертикальные резервуары оснащены приборами КИП, молниеприемниками, площадками обслуживания, шахтными лестницами, оборудованием безопасности (проект РВС-1000 и РВС-3000 разработан ООО «ПСК Нефтехим»).

- установку пяти электронасосных агрегатов производительностью до 150 м³/ч в проектируемой насосной станции по плану.

- изменение существующей железнодорожной эстакады слива-налива длиной 72 м под прием шести железнодорожных вагонов-цистерн.

- установку наливной автомобильной эстакады под навесом для приема двух автомобильной цистерн объемом 33 куб.м.

- существующая емкость для сбора аварийных проливов и сточных вод с автомобильной площадки (с нефтепродуктами).
- пожарные проезды.
- прокладку новых технологических трубопроводов от насосной станции до проектируемого промежуточного резервуарного парка, от промежуточного резервуарного парка до проектируемой автомобильной эстакады слива-налива. Трубопроводы проектируются надземно на низких опорах, при прохождении через железнодорожные пути и автомобильные дороги трубопроводы прокладываются подземно в футлярах.
- установку электроприводных задвижек на трубопроводах нагнетания и всасывающих проектируемых насосов. Электроприводные задвижки установлены вблизи обвалования проектируемого резервуарного парка (Узел запорно - регулирующей арматуры), на трубопроводах слива с железнодорожной эстакады (требования к технологическому оборудованию п. 5.3 «Сливоналивные эстакады для легковоспламеняющихся. Горючих жидкостей и сжиженных углеводородных газов. Требования пожарной безопасности»).
- прокладку новых технологических канализационных трубопроводов для сбора дождевых вод с территории проектируемого резервуарного парка, с территории автомобильной наливной площадки в проектируемый подземный резервуар.
- аварийные проливы локального характера ликвидируются силами обслуживающего персонала, в соответствии с ПЛАРН.
- установку сигнализаторов взрывных концентраций на территории проектируемого резервуарного парка, площадки налива, в насосной станции, на территории узла запорно-регулирующей арматуры.
- техническое перевооружение затрагивает все здания и сооружения нефтебазы за исключением здания котельной и административно-бытового корпуса.

Основные технологические решения

Проектом предусмотрены следующие технологические операции:

- перевалка светлых нефтепродуктов (дизельное топливо лето/зима, авиационный керосин, газовый конденсат и др.) с железнодорожной эстакады в проектируемый резервуарный парк, на площадку налива в АЦ и в морской танкер (потребитель)
- перевалка светлых нефтепродуктов (дизельное топливо лето/зима, авиационный керосин, газовый конденсат и др.) из танкерного хранилища в железнодорожные вагоны-цистерны, на автомобильные цистерны
- перевалка светлых нефтепродуктов (дизельное топливо лето/зима, авиационный керосин, газовый конденсат и др.) из проектируемого резервуарного парка в автоцистерны посредством проектируемых автоматизированных устройств налива типа АСН

- внутрипарковые перекачки нефтепродуктов из одного промежуточного резервуара в другой, в танкерное хранение.

В насосной станции вновь устанавливается пять электронасосов во взрывозащищенном исполнении. Производительность до 150 м³/ч.

На коллекторах наполнения и перекачки предусмотрена установка электроприводной отсечной арматуры с местным и дистанционным управлением из операторной для оперативного отключения коллекторов в случае аварии в резервуарном парке или в насосной. Предусмотрена сигнализация положения «открыто/закрыто» отсечной электроприводной арматуры в операторной.

Проектом предусмотрена возможность перекачивания светлых нефтепродуктов:

- с железнодорожной эстакады в резервуары,
- с железнодорожной эстакады в автомобильные цистерны,
- с железнодорожной эстакады потребителю (танкер)
- с танкерного хранения в железнодорожные цистерны,
- с танкерного хранения в резервуары,
- с танкерного хранения в автомобильные цистерны,
- с резервуарного парка на железнодорожные цистерны,
- с резервуарного парка потребителю (танкер),
- внутрипарковая перекачка и т.д.

От насосной станции прокладываются технологические, трубопроводы ДУ 150-200.

Описание технологической схемы налива нефтепродуктов в промежуточные емкости.

Светлые нефтепродукты насосами подаются в резервуары.

Технологической схемой предусмотрена возможность перекачки содержимого из одного резервуара в другой.

На трубопроводах входа и выхода нефтепродуктов у каждого резервуара предусмотрена установка арматуры с электроприводом, расположенная за пределами обвалования (узел запорно-регулирующей арматуры), дублирующей ручные «коренные» задвижки, установленные внутри обвалования.

Электроприводная арматура задействована в схемах аварийных блокировок, ее быстрое действие определено с учетом категории взрывоопасности технологических блоков:

- у резервуаров проектируемого резервуарного парка (блок III категории взрывоопасности) - не более 120 с п. 3.20.3 ФНП №96 от 11.03.2013. «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» Предусмотрено дистанционное управление этой арматурой из операторной и сигнализаций «открыто - закрыто».

Резервуары проектируемого парка оснащены:

- вентиляционными патрубками - 2 шт.
- приборами контроля и сигнализации уровня нефтепродукта, плотности и уровня подтоварной воды
- штуцерами входа и выхода нефтепродукта Ду 150-200
- устройствами для слива остатков нефтепродуктов из резервуаров
- сифонными кранами для слива подтоварной воды
- люком лазом $\varnothing 600\text{мм}$
- световым люком, 2шт- $\varnothing 500\text{мм}$
- дыхательными клапанами – 2 шт.
- датчиком температуры
- пеногенератором ГПС 600,
- уровнемерами.

Показания приборов контроля уровня выведены в операторную с регистрацией показаний и сигнализацией при достижении предупредительных максимального и минимальных значений уровня.

Для предупреждения возникновения аварийных ситуаций, предусмотрены следующие блокировки:

- отключение подающего насоса, установленного в насосной станции и закрытие отсечной электроприводной арматуры на входе в резервуар при достижении предельно-допустимого максимального значения уровня
- отключение насосов налива, при достижении предельно-допустимого значения уровня

Вновь проектируемые резервуары оснащены тремя точками сигнализации предельно-допустимого максимального значения уровня.

Слив подтоварной воды из вновь проектируемых резервуаров осуществляется через сифонные краны по съемным трубопроводам в передвижную технику.

Для предотвращения повышения давления в трубопроводах, заполненных полностью нефтепродуктами и отсеченные арматурой, в случае повышения температуры наружного воздуха, предусмотрена установка предохранительных сбросных клапанов п. 5.6.1., 5.6.8 ФНП №96 от 11.03.2013. «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств».

Сбор дождевых вод с обвалования и автомобильной площадки предусмотрен по проектируемой системе канализации в маслобензоуловитель и далее емкость рассеивателя, с железнодорожной эстакады – в емкость. Из емкости дождевые воды посредством передвижной техники направляются на утилизацию.

Контроль загазованности парами нефтепродуктов по периметру проектируемого резервуарного парка осуществляется с помощью газоанализаторов с регистрацией и сигнализацией в операторной при достижении предупредительного

максимального значения и блокировкой: электроприводных задвижек и отключением насосов.

Описание технологической схемы налива нефтепродуктов в автомобильную цистерну.

Налив нефтепродуктов в автоцистерны предусмотрен с помощью устройства верхнего налива АСН

Прокладка технологических трубопроводов до площадки налива в автоцистерны выполнена подземно, трубопроводы подводятся непосредственно к стояку налива. Отвод паров из автоцистерн при наливе осуществляется через специальное устройство на уплотнительном корпусе наливного стояка по системе трубопроводов через огнепреградитель в атмосферу.

Решения на отсутствия нормативных требований

Данные СТУ устанавливают комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, реализация которых позволит осуществить проектирование и строительство с соблюдением требуемого уровня пожарной безопасности.

С целью компенсации недостатка и отсутствия противопожарных требований пожарной безопасности, изложенных в п. 3, СТУ предусматриваются следующие противопожарные мероприятия, которые изложены в табличной форме.

Таблица № 1

№п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
1	Противопожарным преградам, представляющим собой комбинацию противопожарных разрывов и противопожарных водяных завес, предусматриваемых вне зданий. Предусматривается также комбинация п/п разрывов, п/п стен и завесы.	<p>Для организации водяной завесы, предусматриваются стационарные установки с использованием веерных распылителей. Водяные завесы предусматриваются с ручным (с места размещения) и дистанционным (из помещения операторной с постоянным пребыванием людей) включением.</p> <p>Параметры завесы, создаваемой одним распылителем, составляют не менее: размер по вертикали (высота водяной завесы) - 7 м; размер по горизонтали (ширина водяной завесы) - 14 м; эффективная площадь - от 70 до 80 м²; эффективная толщина - 1 м.</p> <p>Границы (по горизонтали) водяной</p>

№п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>завесы должны выступать за проекцию эстакады и площадки эстакады, ограничивающей площадь возможного аварийного пролива, а также границы защищаемых зданий и резервуаров, не менее, чем на 1 метр в обе стороны.</p> <p>Расчетную продолжительность работы водяных завес на эстакаде следует принимать не менее промежутка времени, требуемого для гарантированного покидания железнодорожным составом участка ж/д пути от ближайшего к площадке железнодорожного семафора (по ходу движения ж/д состава) и до противоположной размещению этого семафора, границы площадки нефтебазы, но не менее 30 минут.</p> <p>Расчетную продолжительность работы остальных водяных завес следует принимать не менее промежутка времени, требуемого для тушения пожара.</p> <p>Предел огнестойкости несущих конструкций навесов эстакады должен быть не менее R120. При этом водяное охлаждение указанных конструкций допускается не предусматривать.</p> <p>Эстакада должна быть оснащена стационарными системами водопенного пожаротушения и обеспечивающей подачу пены от станции пожаротушения объекта на все ж/д цистерны, размещаемые в секции эстакады, ограничивающей площадь возможного аварийного пролива нефтепродукта, в которой произошло загорание цистерны, а также на поверхность пролива продукта в этой секции. При этом подачу пены следует осуществлять сверху по всей длине цистерн, включая подачу пены в их откры-</p>

№п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>тые горловины.</p> <p>В качестве противопожарной преграды (в местах ее сокращения (сокращение п/п расстояния от резервуара с ТНП до трансформаторной подстанции (фактически 10 м вместо 30 м), сокращение п/п расстояния между операторной и насосной емкостей нефтепродуктов (фактически 1 м вместо 12 м)) предусматриваются противопожарные стены 1-го типа в сочетании с устройством водяной завесы с параметрами изложенными выше.</p> <p>При сокращении расстояний от резервуара с ТНП до насосной станции пожаротушения (фактически 15 м вместо 30 м), сокращение п/п расстояния от резервуара с ТНП до нефтеловушки (фактически 15 м вместо 20 м), сокращение п/п расстояния между сливо-наливного устройства причала до котельной (фактически 20 м вместо 40 м), сокращение п/п расстояния от железнодорожной сливо-наливной эстакады до операторной (фактически 10 м вместо 40 м), сокращение п/п расстояния между сливо-наливного устройства причала до АБК (фактически 10 м вместо 40 м), предусматривается устройство водяной завесы с параметрами изложенными выше.</p> <p>Принятые решения подтвердить расчетом пожарного риска, выполненным по методике, утвержденной приказом МЧС РФ от 10.07 2009 г. № 404.</p> <p>Кровля, всех зданий где нарушены п/п расстояния, должна быть выполнена из негорючих материалов.</p>
	Для складов нефтепродук-	Контроль сварных швов трубопро-

№п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
	тов (нефтебаз): размещаемых на причале.	<p>водов радиографическим методом и дополнительный контроль сварных швов ультразвуковым методом.</p> <p>Установка датчиков, регистрирующих запредельные параметры работы технологического оборудования (давления, температуры, засорения фильтров и т.д.) с автоматической блокировкой технологического процесса и выводом информации диспетчеру.</p> <p>Установка газоанализаторов, регистрирующих разгерметизацию технологического оборудования (разлива нефтепродукта).</p> <p>Установка продуваемой ограды из негорючих материалов высотой не менее 2 м.</p> <p>Обеспечение возможности перекачки из резервуара в резервуар в случае возникновения аварийной ситуации.</p> <p>В систему противопожарной защиты комплекса входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструктивные и технологические решения, обеспечивающие своевременную эвакуацию людей и их защиту от опасных факторов пожара: - устройства, ограничивающие образование горючей среды, площадь разлива нефтепродуктов, источников зажигания и распространения огня и дыма; - наружное противопожарное водоснабжение и стационарное пожаротушение (оборудование технологических площадок и нефтебазы установкой пенного пожаротушения на основе фторированного пленкообразующего пенообразователя и водяной завесой); - автоматическая пожарная сигнализация;

№п/п	Отсутствие и недостаточность нормативных требований	Компенсирующие мероприятия
		<p>- оповещение о пожаре и управление эвакуацией;</p> <p>-устройства для защиты резервуаров не менее двух пенных камер;</p> <p>-принятия расчетного времени тушения пожара равного 15 мин;</p> <p>-использования пенообразователя, рассчитанного на использование с применением морской воды;</p> <p>Предусмотрена разработка оперативного плана пожаротушения с описанием действий обслуживающего персонала при пожаре и согласования с ГУ МЧС России по Архангельской области оперативного плана пожаротушения.</p> <p>Обеспечивается передача сигнала о пожаре в автоматическом режиме в пожарную часть №7 г. Северодвинск, ул Лесная, 48А.</p>

6. Перечень нормативно-правовых актов и нормативных документов

В настоящих СТУ приведены ссылки на следующие нормативные правовые акты и нормативные документы по пожарной безопасности:

Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – ФЗ-123);

Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ;

Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме»;

СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»;

СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».

СНиП 34-02-99. Подземные хранилища газа, нефти и продуктов их переработки;
СП 31.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*;

СП 155.13130.2014 "Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности"

Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (в ред. Приказом МЧС России от 14 декабря 2010 г. № 649).

7. Термины и определения

7.1. В СТУ используются термины и определения, приведённые в Федеральных законах от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ, от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ, в ГОСТ 12.1.033-81*, а также в нормативно-правовых актах и нормативных документах, указанных в соответствующем разделе СТУ.

8. Дополнительные мероприятия, направленные на компенсирование недостающих норм проектирования и на отсутствие нормативных требований

8.1. Общие требования

8.1.1. Время прибытия ближайшего подразделения пожарной охраны не должно превышать 10 минут.

8.1.2. Открытая прокладка трубопроводов для систем пожаротушения и противопожарного водоснабжения допускается при выполнении следующего условия: предел огнестойкости опор трубопроводов, проходящих должен быть не менее REI 240. При этом допускается использовать многослойные огнезащитные покрытия. При этом следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие при воздействии пожара работоспособность в течение времени не менее необходимого для тушения пожара.

8.2. Требования к размещению зданий, сооружений и наружных установок на территории

8.2.1. Генеральный план должен разрабатываться с учетом технологического зонирования, блоков зданий и сооружений.

8.3. Требования пожарной безопасности для организации пожаротушения на объекте

8.3.1. Расчет наружного противопожарного водопровода площадки произвести в соответствии с СП 8.13130.2009 и СП 155.13130.2014.

8.3.2. Общий расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение зданий, сооружений и наружных установок площадок принимать, как наибольший суммарный расход воды для нужд пожаротушения при возможном возникновении одного пожара в одном из зданий, сооружении или наружной установки на территории.

8.3.3. Противопожарное водоснабжение на территории площадки должно обеспечиваться от пожарных гидрантов, расположенных на расстоянии не более 150 метров друг от друга.

9. Организационно-технические мероприятия

9.1. В процессе строительства необходимо обеспечить:

приоритетное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных нормативными документами по пожарной безопасности и настоящими СТУ; соблюдение требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании»;

пожаробезопасное проведение строительных и монтажных работ;

наличие и исправное содержание средств противопожарной защиты.

9.2. До момента ввода объекта в эксплуатацию следует:

разработать специальные правила пожарной безопасности, учитывающие особенности объекта и специфику его пожарной опасности.

9.3. План тушения пожаров должен отражать организацию, связь, информирование и реагирование при различных размерах и условиях возникновения пожара и включать:

описания сигналов, схем, порядка оповещения;

распределение обязанностей между руководителями, координаторами, членами пожарных подразделений и соответствующие должностные инструкции;

перечень намеченных к применению сил и средств;

инструкцию по оценке обстановки, уровню реагирования и выбору вариантов действий;

описания средств связи и коммуникаций и другую необходимую информацию.

Прошито и пронумеровано и скреплено
печатью 17 листа(ов).

Должность,

ФИО Рефкер

В.Н. Румин

(подпись) М.П.

20 года

Согласовано письмом УНДиПР Главного управления
МЧС России по Архангельской области
от 29.12.11 № 9039 -2-2-12

Заместитель начальника УНДиПР Главного управления
МЧС России по Архангельской области

А.А. Бахтин



Общество с ограниченной ответственностью "Завод специальных химических продуктов", ИНН 6911023250, КПП 772401001, 115446, Москва г, Коломенский проезд, дом № 8, корпус 4, тел.: (495)783-71-57, р/с 40702810701300015219, в банке АО "АЛЬФА-БАНК", БИК 044525593, к/с 30101810200000000593
организация-грузополучатель, адрес, телефон, факс, банковские реквизиты

Форма по ОКУД 0330212
по ОКПО 78148123

структурное подразделение

Грузополучатель Акционерное Общество «Троица», ИНН 2902006220, КПП 290201001, 164520, Архангельская обл, Северодвинск г, Чайный проезд, дом № 18, тел.: +7 (8184) 50-05-09, р/с 40702810404260111668, в банке АРХАНГЕЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ № 8637 ПАО СБЕРБАНК, БИК 041117601, к/с 30101810100000000601
организация, адрес, телефон, факс, банковские реквизиты

Вид деятельности по ОКДП

по ОКПО 26773886

Поставщик Общество с ограниченной ответственностью "Завод специальных химических продуктов", ИНН 6911023250, КПП 772401001, 115446, Москва г, Коломенский проезд, дом № 8, корпус 4, тел.: (495)783-71-57, р/с 40702810701300015219, в банке АО "АЛЬФА-БАНК", БИК 044525593, к/с 30101810200000000593
организация, адрес, телефон, факс, банковские реквизиты

по ОКПО 78148123

Платательщик Акционерное Общество «Троица», ИНН 2902006220, КПП 290201001, 164520, Архангельская обл, Северодвинск г, Чайный проезд, дом № 18, тел.: +7 (8184) 50-05-09, р/с 40702810404260111668, в банке АРХАНГЕЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ № 8637 ПАО СБЕРБАНК, БИК 041117601, к/с 30101810100000000601
организация, адрес, телефон, факс, банковские реквизиты

по ОКПО 26773886

Основание Договор поставки № 70-19/СХП от 19.09.2019г.

договор, заказ-наряд

ТОВАРНАЯ НАКЛАДНАЯ

Номер документа	Дата составления
523	03.12.2019

Транспортная накладная

Вид операции

номер 70-19/СХП
дата 19.09.2019
номер
дата

Страница 1

Но- мер по по- рядку	Товар		Единица измерения		Вид упаков ки	Количество		Масса брутто	Коли- чество (масса нетто)	Цена, руб. коп.	Сумма без учета НДС, руб. коп.	НДС		Сумма с учетом НДС, руб. коп.
	наименование, характеристика, сорт, артикул товара	код	наименование	код по ОКЕИ		в одном месте	штук					ставка, %	сумма, руб. коп.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Пенообразователь ПО- РЗМ Морпена (6%) тем.застывания - 35С (в кубках)	00000001321	т	168					8,900	65 800,00	585 620,00	20%	117 124,00	702 744,00
Итого									8,900	X	585 620,00	X	117 124,00	702 744,00
Всего по накладной									8,900	X	585 620,00	X	117 124,00	702 744,00

Товарная накладная имеет приложение на
и содержит Один

прописью

порядковых номеров записей

Масса груза (нетто)

Восемь и 0,9 тонн

8,900

Всего мест

Девять

Масса груза (брутто)

прописью

прописью

Приложение (паспорта, сертификаты и т.п.) на

прописью

листах

Всего отпущено на сумму

Семьсот две тысячи семьсот сорок четыре рубля 00 копеек

прописью

Заместитель
генерального
директора

Отпуск груза разрешил

подпись

Качкина Т.Ю.

расшифровка подписи

Главный (старший) бухгалтер

Заместитель
генерального
директора

Качкина Т.Ю.

расшифровка подписи

Отпуск груза произвел

подпись

Качкина Т.Ю.

расшифровка подписи

"03" декабря

2019 года

По доверенности № 19

от 26.11.2019

выданной

АО "Троица"

кем, кому (организация, должность, фамилия, и. о.)

Кузнецов Дмитрий Леонидович

Груз принял

подпись

Кузнецов Дмитрий Леонидович

расшифровка подписи

Груз получил
грузополучатель

подпись

расшифровка подписи

М.П.

ТРОИЦА

19 12 2019 года

