

OU E-KONSULT

ООО E-KONSULT

Регистрационный код 10225846

ул. Лаки 12, 10621 Таллинн

Тел. 664 6730, факс 664 6767

Э-почта: admin@ekonsult.ee

Работа нр. E1258

Заказчик: ООО Sillgas

**Оценка влияния на окружающую среду терминала
сжиженного природного газа (LNG) и пропан-бутана (LPG)
в Силламяэ**

Проект отчета

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткое резюме содержания отчета.....	4
2. Введение.....	8
2.1. Инициирование и цель оценки влияния на окружающую среду.....	8
2.2. Стороны делопроизводства.....	9
2.3. Обзор привлечения общественности.....	10
3. Описание планируемой деятельности и сравнение ее реальных альтернатив.....	12
3.1. Описание планируемой деятельности.....	12
3.1.1. Характеристика терминала LNG	16
3.1.2. Характеристика терминала LPG.....	19
3.2. Альтернативные возможности.....	21
4. Связь планируемой деятельности с другими соответствующими документами планировки.....	23
4.1. Энергетическая политика Эстонской Республики и ЕС.....	23
4.2. Стратегия развития Ида-Вирумаа в 2005-2013.....	24
4.3. Программа развития города Силламяэ.....	25
4.4. Общая планировка города Силламяэ.....	25
5. Методика оценки влияния на окружающую среду планируемой деятельности.....	28
6. Описание среды, подвергающейся воздействию	30
6.1. Месторасположение и географическая характеристика.....	30
6.2. Климат и состояние атмосферного воздуха.....	30
6.3. Социально-экономическая среда.....	31
7. Оценка потенциально серьезных воздействий.....	33
7.1. Воздействие на грунт и водную среду.....	33
7.2. Воздействие на атмосферный воздух.....	35
7.2.1. Источники загрязнения.....	35
7.2.2. Дисперсионные расчеты.....	41
7.2.3. Заключение.....	45
7.3. Образование отходов.....	46
7.4. Шум и вибрация.....	46
7.5. Свет, тепло, излучение.....	49
7.6. Воздействие на морскую среду, связанной с эксплуатацией Терминала.....	52
7.7. Воздействие на природоохранные объекты.....	52
7.8. Влияние на здоровье людей, благосостояние и недвижимость.....	55
7.9. Кумулятивное воздействие.....	57
8. Предварительный рисковый анализ.....	63
8.1. Описание методики рискового анализа.....	63
8.1.1. Матрица рисков.....	65
8.1.2. Параметры опасных зон.....	67

<u>8.2. Определение общих видов опасности.....</u>	<u>68</u>
<u>8.2.1. Опасности LNG.....</u>	<u>68</u>
<u>8.2.2. Опасности LPG.....</u>	<u>72</u>
<u>8.2.3. Произошедшие аварии и статистика.....</u>	<u>75</u>
<u>8.3. Описание сценариев возможных аварий.....</u>	<u>82</u>
<u>8.3.1. Погрузка и разгрузка продукта.....</u>	<u>82</u>
<u>8.3.2. Складирование и хранение.....</u>	<u>91</u>
<u>8.3.3. Трубопровод.....</u>	<u>95</u>
<u>8.3.4. Производственное оборудование.....</u>	<u>98</u>
<u>8.3.5. Опасности за пределами территории предприятия.....</u>	<u>98</u>
<u>8.4. Оценка вероятности и серьезности наступления кризисных ситуаций.....</u>	<u>102</u>
<u>8.4.1. Разгрузка и погрузка продуктов.....</u>	<u>103</u>
<u>8.4.2. Складирование и хранение.....</u>	<u>106</u>
<u>8.4.3. Трубопровод.....</u>	<u>106</u>
<u>8.4.4. Матрица рисков и приоритетные сценарии.....</u>	<u>108</u>
<u>8.5. Оценка и описание степени тяжести и протяженности последствий аварий.....</u>	<u>111</u>
<u>8.5.1. Опасные зоны.....</u>	<u>111</u>
<u>8.5.1.1 Опасные зоны, связанные с LPG.....</u>	<u>111</u>
<u>8.5.1.2 Опасные зоны, связанные с LNG.....</u>	<u>117</u>
<u>8.5.2. Последствия аварий.....</u>	<u>119</u>
<u>8.6. Выводы и итоги.....</u>	<u>126</u>
<u>9. Методы по уменьшению влияния негативных воздействий.....</u>	<u>129</u>
<u>9.1. Методы для снижения опасных рисков.....</u>	<u>129</u>
<u>9.2. Методы по предотвращению светового загрязнения.....</u>	<u>130</u>
<u>10. Сравнение альтернатив.....</u>	<u>132</u>
<u>11. Необходимость дальнейшего мониторинга состояния окружающей среды.....</u>	<u>135</u>
<u>12. Выводы.....</u>	<u>137</u>
<u>13. Используемые материалы.....</u>	<u>143</u>
<u>14. Приложения.....</u>	<u>146</u>

1. Краткое резюме содержания отчета

ООО Sillgas планирует сооружение терминала по перегрузке сжиженного газа LNG/LPG на территории порта Силламяэ. Для этого 6 октября 2011 г. ООО Sillgas представило в Мэрию Силламяэ ходатайство о выдаче проектировочных условий для сооружения терминала сжиженного газа LNG/LPG с целью проведения оценки влияния на окружающую среду, а также для составления технического проекта, необходимого для строительства терминала.

Объектом оценки влияния на окружающую среду является терминал сжиженного природного газа (LNG) и пропан-бутана (LPG) ООО Sillgas на территории порта Силламяэ. Основанием для оценки служит работа АО Sweco Projekt “Эскизный проект терминала LPG и LNG в Силламяэ”, а также описание производственного процесса, составленное международной компанией по проектированию и строительству SENER Ingeniería y Sistemas S.A. (далее *Проект*).

В запланированном объеме *Терминал* относится к категории А предприятий с опасным производством, поскольку согласно постановлению Министра экономики и коммуникаций *Нижняя граница опасности химикалий и предельное содержание опасных химикалий, а также порядок определения категории опасности предприятия с опасным производством*, предприятие имеет категорию опасности А, если объем одновременно обрабатываемого сжиженного газа превышает 200 тонн.

Согласно § 9 Закона о планировках, детальная планировка для планирования акватории не составляется. Образование новых территорий в море регулирует *Закон о водопользовании*, согласно которому укладка грунта на дно водоема, а также затопление твердых частиц является специальным водопользованием. Данная деятельность происходит согласно условиям, установленным разрешением на специальное водопользование. Министерство окружающей среды предоставило разрешение на специальное водопользование для засыпки в море. Сооружение *Терминала* согласовано с программой развития и общей планировкой города Силламяэ, а также детальными планировками участков Силламяэ Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2F, Кеск 2Е, Тюрсамяэ, Сьтке 1, Сьтке 2/17 и граничащих с ними территорий.

Независимо от проекта развития *Терминала* в Эстонии в делопроизводстве находятся еще несколько программ по сооружению терминалов LPG и LNG. Правительство Эстонской Республики постановило, что терминалы сжиженного газа/-ов будут сооружаться за счет частного инвестирования, и на законодательном уровне государство поддерживает образование свободной конкуренции. Исходя из вышесказанного, государством не планируется сооружение и финансирование единого центрального газового терминала на территории Эстонии.

В результате проведенной оценки влияния на окружающую среду выяснилось, что строительство *Терминала* и его последующая эксплуатация не оказывают серьезного воздействия на окружающую среду в том случае, если при его проектировании и возведении соблюдаются действующие требования по окружающей среде. Результаты дисперсионных расчетов и расчетов по загрязнению воздуха показали, что теоретически при наиболее неблагоприятных условиях, т.е. в том случае, если в работе задействованы все процессы в *Терминале* и в то же время имеют место самые неблагоприятные для рассеивания погодные условия, ни один из показателей концентрации загрязняющих веществ не превышает соответствующего предельного значения за пределами производственной территории. Соблюдение предельных значений на производственной территории является условием выдачи законодателем разрешения на деятельность предприятия (разрешение на выбросы в атмосферу). В результате деятельности уже действующих в районе порта Силламяэ предприятий, в атмосферном воздухе содержится много оксидов азота и углерода. Новые, планирующие свою деятельность предприятия, должны учитывать этот факт, а также выбирать свою производственную технологию и производственные объемы таким образом, чтобы совместная деятельность предприятий не приводила бы к превышению предельных значений концентраций загрязняющих веществ. Было выяснено, что при совместном влиянии всех источников загрязнения на данной территории, концентрации диоксида азота и оксида углерода остаются ниже предельных значений. По сравнению с расположенными в порту нефтяными терминалами, максимальный уровень органических летучих соединений из загрязняющих источников *Терминала* практически несущественный. Воздействие *Терминала* на качество воздуха в районе Силламяэ довольно мало и деятельность *Терминала* не влечет за собой превышения предельных значений качества атмосферного воздуха.

Для обеспечения безопасности планируемый *Терминал* находится в благоприятном месте. *Терминал* защищен от других предприятий с опасным производством. От разрушающего воздействия возможных взрывов, огненных луж и пр. существующие предприятия защищает 20-метровый глинт. Тем не менее, в зону влияния Терминала попадают многие действующие на территории порта Силламяэ предприятия. Теоретический риск для жизни и здоровья рабочих, а также для имущества предприятия возрастает. Согласно разделу 1 § 13 *Закона о химикалиях*, владелец предприятия с риском крупных аварий обязан иметь страхование ответственности для возмещения ущерба, который может возникнуть в процессе обработки химикалий.

Терминал находится на расстоянии 3 км от плотной застройки. Зоны опасного влияния *Терминала* не достигают жилых районов города Силламяэ. Деревни Пяйте зона опасного влияния достигает лишь в случае очень неблагоприятных условий. Обработка LNG и LPG в *Терминале* несущественно увеличивает риск для жителей близлежащих окрестностей. Риск для местных жителей возникает при транспортировке LPG. Главное место, где может возникнуть авария - это пересечение железной дороги и шоссе Таллинн - Нарва. Опасность для людей представляет зона радиусом 560 м, для зданий - 246 м. Для снижения рисков крайне необходимо строительство планируемой дорожной развязки. До тех пор транспортировка LPG по шоссе Таллинн - Нарва с плотным движением недопустима без применения дополнительных мер безопасности.

Вероятность возникновения эффекта домино не исключена. Наибольшая вероятность эффекта домино существует у близлежащих предприятий и существующего продуктового трубопровода АО ВСТ. Образовавшийся эффект домино послужил бы причиной очень тяжелых последствий на соседних предприятиях. В случае разрушения продуктового трубопровода с аммиаком опасная зона может протянуться на несколько километров. Для того, чтобы избежать риска возникновения эффекта домино, разработчик должен проводить совместную работу по обмену соответствующей информацией, а также по информированию общественности и соседних объектов. Для уменьшения опасности крупных аварий предприятия в своих отчетах по безопасности и планах реагирования в кризисных ситуациях должны учитывать характер аварии и область ее распространения, а также информировать общественность и учреждения, которые отвечают за подготовку и составление планов реагирования в кризисных ситуациях.

При сравнении между собой социально-экономических и экологических последствий предпочтительно осуществление запланированной деятельности с учетом всех необходимых мер по смягчению последствий.

2. Введение

2.1. Инициирование и цель оценки влияния на окружающую среду

6 октября 2011 г. ООО Sillgas представило в Мэрию Силламяэ ходатайство о выдаче проектировочных условий для сооружения терминала сжиженного газа LNG/LPG с целью проведения оценки влияния на окружающую среду, а также для составления технического проекта, необходимого для строительства терминала. На основании данного ходатайства Мэрия Силламяэ постановлением нр. 605-k от 10 ноября 2011 г. инициировала проведение оценки влияния на окружающую среду (см. приложение 1).

Основанием для инициирования оценки влияния на окружающую среду являются положения, приведенные в пункте 33 раздела 1 § 6 *Закона об оценке воздействия на окружающую среду и системе управления состоянием окружающей среды*, согласно которым воздействие на окружающую среду является существенным, если планируется сооружение терминала химических продуктов общей емкостью, превышающей 50 м³ химикалий категории А. Подразделение химикалий на категории А, В, С и D не регулируется правовыми актами. Согласно пунктам 3 и 16 раздела 2 § 6 *Закона об оценке воздействия на окружающую среду и системе управления состоянием окружающей среды*, если планируемая деятельность не относится к перечисленным в разделе 1 § 6 закона видам деятельности, то принимающий решение должен дать предварительную оценку тому, имеют ли энергетика и опасное топливо, а также деятельность, связанная со складированием топлива, серьезное воздействие на окружающую среду. Согласно предварительной оценке, сделанной Мэрией Силламяэ (см. приложение 1), планируемая деятельность оказывает серьезное воздействие на окружающую среду, и поэтому Мэрия инициировала оценку влияния на окружающую среду (ОВОС).

Объектом оценки влияния на окружающую среду является терминал сжиженного природного газа (LNG) и пропан-бутана (LPG) ООО Sillgas на территории порта Силламяэ. Основанием для оценки служит работа АО Sweco Projekt “Эскизный проект терминала LPG и LNG в Силламяэ”, а также описание производственного процесса,

составленное международной компанией по проектированию и строительству SENER Ingeniería y Sistemas S.A. (далее *Проект*).

В запланированном объеме *Терминал* относится к категории А предприятий с опасным производством, поскольку согласно постановлению Министра экономики и коммуникаций *Нижняя граница опасности химикалий и предельное содержание опасных химикалий, а также порядок определения категории опасности предприятия с опасным производством*, предприятие имеет категорию опасности А, если объем одновременно обрабатываемого сжиженного газа превышает 200 тонн.

Согласно § 2 *Закона об оценке влияния на окружающую среду и системе управления окружающей средой*, целью ОВОС является:

- 1) на основании результатов оценки влияния на окружающую среду сделать предложение по выбору наиболее подходящего решения для планируемой деятельности, при котором возможно избежать или свести к минимуму вред, причиняемый окружающей среде, а также содействовать устойчивому развитию;
- 2) информировать дающего разрешение о влиянии на окружающую среду планируемой деятельности и о ее реально возможных альтернативах, а также о способах избежать или минимизировать негативные влияния на окружающую среду;
- 3) предоставить возможность учесть результаты оценки влияния на окружающую среду в процедуре выдачи разрешения.

2.2. Стороны делопроизводства

Разработчик:

ООО Sillgas

Адрес: Вяйке-Америка 19, Таллинн

Контактное лицо: Аат Куум

Тел.: 503 3942

Э-почта: sillgasterm@gmail.com

Принимающий решение:

Мэрия Силламяэ

Адрес: Кеск 27, 40231 Силламяэ

Тел.: 39 25 700, э-почта: linnavalitsus@sillamae.ee

Надзор за проведением оценки влияния на окружающую среду:

регион Виру Департамента окружающей среды

Адрес: Парги 15, 41537 Йыхви

Тел: 332 4401, э-почта: ida-viru@keskkonnaamet.ee

Оценщик влияния на окружающую среду:

ООО E-Konsult

Адрес: Лаки 12, 10621, Таллинн

Контактное лицо: Лембит Линнупыльд, председатель правления

Тел.: 655 0033, э-почта: admin@ekonsult.ee

Состав рабочей группы:

Айде Каар – ведущий эксперт, действующая лицензия оценщика влияния на окружающую среду КМН0123;

Роланд Краави – эксперт по окружающей среде, действующая лицензия оценщика влияния на окружающую среду КМН0143;

Прийт Пыльдре – дипломированный строительный инженер (квалификация 04, согласно EPBL).

Дисперсионные расчеты и расчеты по загрязнению воздуха проведены Эстонским центром исследования окружающей среды. Руководитель отделом управления качества воздуха – Эрик Тейнемаа.

2.3. Обзор привлечения общественности

Обнародование программы ОВОС и ходатайства о проектировочных условиях для *Терминала* было организовано разработчиком и Мэрией Силламяэ с 9 по 26 февраля 2012 г и представлено на домашней странице города Силламяэ, в Мэрии Силламяэ, в центральной библиотеке города Силламяэ и ООО E-Konsult. 03.02.2012 Мэрия

Силламяэ оповестила заинтересованных лиц письмом нр. 9-4.3/6, 10.02.2012 - в издании «Официальные Известия», 08.02.2012 - в газетах «Põhjarannik» и «Северное Побережье», а также на домашней странице города.

Открытое обсуждение программы ОВОС происходило 2 марта 2012 в 15.00 в зале Мэрии Силламяэ по адресу Кеск 27, Силламяэ. Протокол заседания открытого обсуждения и копия регистрационного листа участников приложены к отчету ОВОС.

В ходе обнаружения поступили письменные предложения, вопросы и замечания от АО ВСТ, ООО Five Group, Силламяэского отделения Общества охраны природы Эстонии Вирусского региона Департамента окружающей среды (2 письма). На все письменные предложения, вопросы и замечания были отправлены письменные ответы. Копии писем и ответов на них приложены к отчету ОВОС.

3. Описание планируемой деятельности и сравнение ее реальных альтернатив

3.1. Описание планируемой деятельности

Терминал планируется соорудить на территории, образовавшейся в ходе засыпки акватории порта Силламяэ, за счет которой происходит увеличение береговой недвижимости (адрес береговой недвижимости: ул. Кеск 2d, кадастровый номер: 73501:001:0136, целевое предназначение кадастровой единицы: 100% производственная территория). Площадь территории составляет 26 га. На рисунке 1 показано планируемое месторасположение терминала.

Необходимые работы по засыпке акватории для образования территории *Терминала* проводятся согласно разрешению на специальное водопользование нр. L.VV/320207, выданному АО Sillamäe Sadam Министерством окружающей среды 11 апреля 2011 г. Разрешение на специальное водопользование действует до 11 апреля 2016 г. В ходе данной ОВОС не проводится оценка вероятного влияния на морскую среду работ, производящихся на основании полученного разрешения на специальное водопользование, поскольку согласно утверждениям Закона о водопользовании, вероятные воздействия должны быть определены до выдачи разрешения. В качестве лица, принимающего решение, Министерство окружающей среды было убеждено в безопасности проводимых работ для морской среды.



Рисунок 1. Планируемое месторасположение терминала LNG/LPG в Силламяэ

Согласно *Проекту*, планируется сооружение парка резервуаров LPG (*Liquefied Petrol Gas* - сжиженные нефтяные газы) для хранения пропана и бутана, а также парка резервуаров LNG (*Liquefied Natural Gas* - сжиженный природный газ).

В *Терминале* планируется:

- Принимать из танкеров сжиженный природный газ;
- Принимать природный газ из магистральной сети и сжижать его на заводе *Терминала*;
- Складировать сжиженный природный газ в резервуарах;
- Выпаривать сжиженный природный газ и направлять его в магистральную сеть;
- Перегружать сжиженный природный газ на танкеры;
- Принимать LPG (пропан и бутан) из ж/д цистерн;
- Складировать LPG в сферических резервуарах;
- Перегружать LPG на танкеры или автоцистерны.

Терминал сооружают в два этапа:

- I этап – 3 резервуара для LNG и 8 резервуаров для LPG

- II этап – 1 резервуар для LNG и 8 резервуаров для LPG.

Максимальное планируемое количество обрабатываемого сжиженного природного газа в *Терминале* составляет 2,3 миллиона тонн в год, максимальная емкость 640 000 м³ (4 резервуара, каждый по 160 000 м³).

Максимальное количество обрабатываемого сжиженного газа в *Терминале* составляет 600 000 тонн в год, максимальная емкость 32 000 м³ (16 сферических резервуаров, каждый по 2 000 м³).

Снаружи территории необходимо спроектировать эстакаду для магистрального трубопровода, ведущую на причал 10 и/или 11 в Порт Силламяэ, погрузочные рукава для эстакады, оборудование для погрузки на танкеры.

Терминал планируется подключить к газовому трубопроводу D-категории рядом с шоссе Таллинн - Нарва. Пунктом соединения служит расположенный рядом с Нарвским шоссе линейный крановый узел Силламяэ (см. рисунок 3). Для этого сооружают трубопровод протяженностью 3 км, расположенный вдоль будущей ул. Ляэне (см. рисунок 2). Согласно постановлению закона о безопасности топливного газа, соединительный трубопровод должен быть сооружен под землей. Подземный трубопровод исключает опасность механических повреждений и от воздействия внешней температуры. Газовый трубопровод располагается на глубине не менее 0,8 м, а на месте пересечения с дорогами – не менее 1 м. При проектировании трубопровода было учтено, что защитный слой трубопровода D-категории (более 16 бар) для труб DN200-500 мм составляет 5 м и для труб более 500 мм – 10 м. Также были учтены требования стандарта EVS 884:2005 «Трубопроводные системы природного газа. Основные требования по проектированию для трубопроводов с рабочим давлением более 16 бар», согласно которому безопасное расстояние от трубопровода до ближайших построек составляет 25 м.



Рисунок 2. Монтируемый газовый трубопровод терминала¹



Рисунок 3. Ориентировочное месторасположение соединительного узла планируемого терминала – линейный крановый узел (LKS)² газового трубопровода D-категории (MOP38) Силламяэ

¹ Данные предоставлены разработчиком

² Данные предоставлены разработчиком

3.1.1. Характеристика терминала LNG

Терминал предназначен для:

- приема сжиженного природного газа из танкеров и парка резервуаров в магистральную сеть или обратно на танкеры,
- для хранения сжиженного природного газа,
- для испарения сжиженного природного газа,
- для сжижения природного газа (из магистральной сети).

В *Терминале* планируется обрабатывать 2,3 млн тонн/год сжиженного природного газа. Сжиженный природный газ привозят на танкерах и складировуют в терминале при температуре $\sim -160^{\circ}\text{C}$. Стальной резервуар $V=160\ 000\ \text{м}^3$ окружен бетонной внешней стеной и бетонной крышей. Сжиженный природный газ хранится в резервуарах при давлении от 10 до 290 мбар. Пространство между стальным резервуаром и бетонной оболочкой заполнено теплоизоляцией, что ограничивает нагрев и испарение сжиженного природного газа.

Для просушки и продувки резервуара внутрь резервуара, а также в пространство между резервуаром и его бетонной оболочкой, помещают систему вентиляции, а также устройства, позволяющие вдувать азот.

В дальнейшем, при возрастающей потребности в газе, возможно расширение комплекса LNG. Для этого на общем плане терминала возможно зарезервировать место для дополнительного резервуара $V=160\ 000\ \text{м}^3$.

В комплексе *Терминала* для обработки LNG предусмотрены:

- сооружение оборудования для выгрузки из танкеров сжиженного природного газа на причал нр. 10 и/или 11;
- 4 резервуара для сжиженного природного газа $V=160\ 000\ \text{м}^3$;
- комплекс для выпаривания природного газа в жидкой фазе;
- система обработки пара;
- комплекс азота и сжатого воздуха;
- узел для измерения выпускаемого природного газа и система распознавания запаха;

- газовый трубопровод магистральной сети для природного газа - компрессорная станция;
- противопожарное оборудование;
- административно-бытовое здание;
- мастерская - складской комплекс;
- комплекс для сжижения природного газа;
- устройство для сжигания остаточных газов.

Более точное описание процесса приведено на рисунке 4.

3.1.2. Характеристика терминала LPG

LPG - это газовая смесь, главными компонентами которой являются пропан и бутан. Терминал LPG планируется в два этапа:

- на I этапе годовой оборот продукции составляет до 300 000 тонн;
- на втором этапе еще дополнительно 300 000 тонн/год сжиженных нефтяных газов.

Возможная схема передвижения продуктов LPG:

- из ж/д цистерн в парк резервуаров;
- из парка резервуаров на танкеры или машины.

Сжиженные газы в вагонах-резервуарах прибывают в *Терминал* по железной дороге через ж/д станцию Силламяэ.

LPG хранятся в сферических резервуарах объемом 2000 м³ каждый. Резервуары располагаются попарно и по четыре штуки на одной насыпи. Парк резервуаров окружают железобетонной дамбой.

Все резервуары изолируют для того чтобы не использовать воду для охлаждения при перегреве резервуаров (летом).

Размеры топливного резервуара:

Сферический резервуар	Диаметр
V = 2000 м ³	Ø = 16,000 м;

В комплексе *Терминала* для переработки LPG предусмотрены:

- приемная ж/д эстакада (с верхней загрузкой);
- парк резервуаров 8x2000 м³ для бутана и пропана (I строительная очередь);
- парк резервуаров 8x2000 м³ (II строительная очередь);
- компрессорная станция и насосная станция;
- система обработки пара;
- азотное оборудование;
- административно-бытовое здание;
- факел для сжигания остаточных газов.

Более точное описание процесса LPG приведено на рисунке 5.

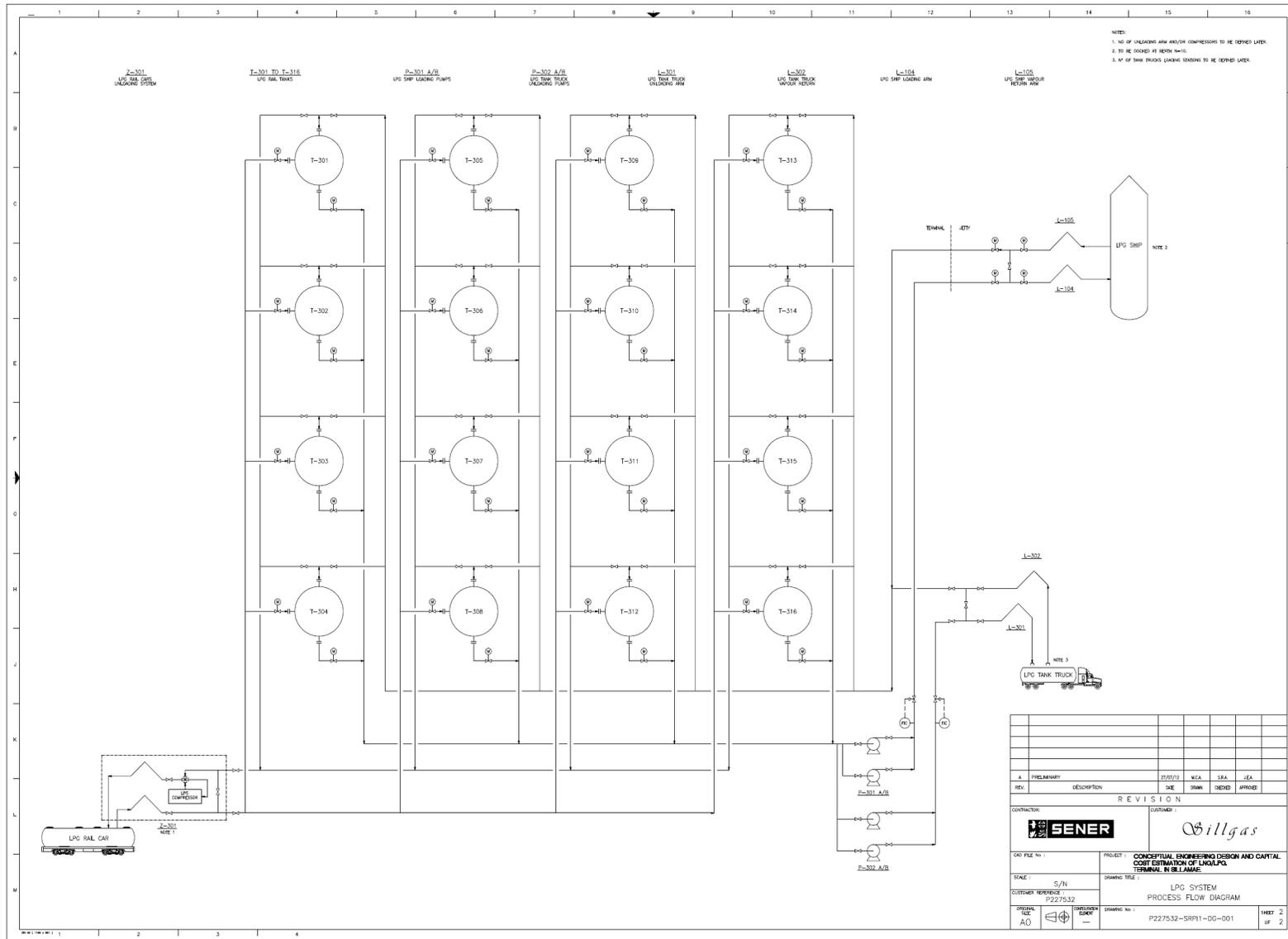


Рисунок 5. Принципиальная схема процесса LPG

3.2. Альтернативные возможности

Основные альтернативы для испарителя LNG:

- ORV (Open rack type) – открытые решетчатые испарители;
- SVC (Submerged combustion type vaporisers) – погружные испарители.

Преимуществом испарителя типа SCV (рисунок 6) является простота его устройства и оборудования, легкость в эксплуатации, а также наличие обширной практики. SCV - это теплообменник, где под высоким давлением LNG нагревают в ванне с горячей водой. В результате LNG испаряется, и при достижении им необходимой температуры, газ под давлением направляют в газовую трассу. Природный газ, который используют в качестве топлива для SCV, берут из газа, выходящего из оборудования до его поступления в трубопровод. В обычном рабочем режиме испаритель типа SCV не нуждается в воде. В особых ситуациях вопрос водоснабжения решается согласно проектировочным условиям и при согласовании с портом (пункт 7.1 Отчета ОВОС).

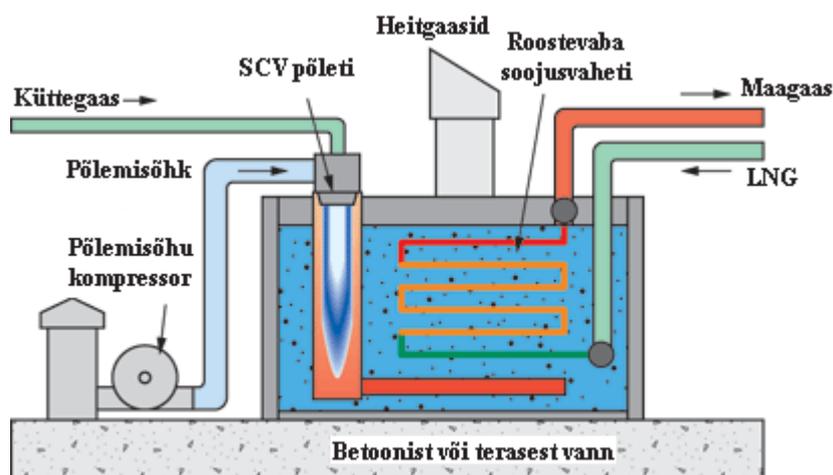


Рисунок 6. Испаритель типа SCV³

Открытые решетчатые испарители ORV (рисунок 7) широко применяются в Западной и Южной Европе. Для испарения LNG применяется морская вода. Морская вода из труб попадает на решетки, тем самым испаряя текущий по трубам LNG. В том случае, если температура морской воды ниже 5°C, то

³ <http://www.wetenschapsforum.nl/index.php/topic/143155-rendementsberekening-van-lng-verdamper/>

применение открытых решетчатых испарителей нецелесообразно, поскольку морская вода в нагревательных трубах может замерзнуть.

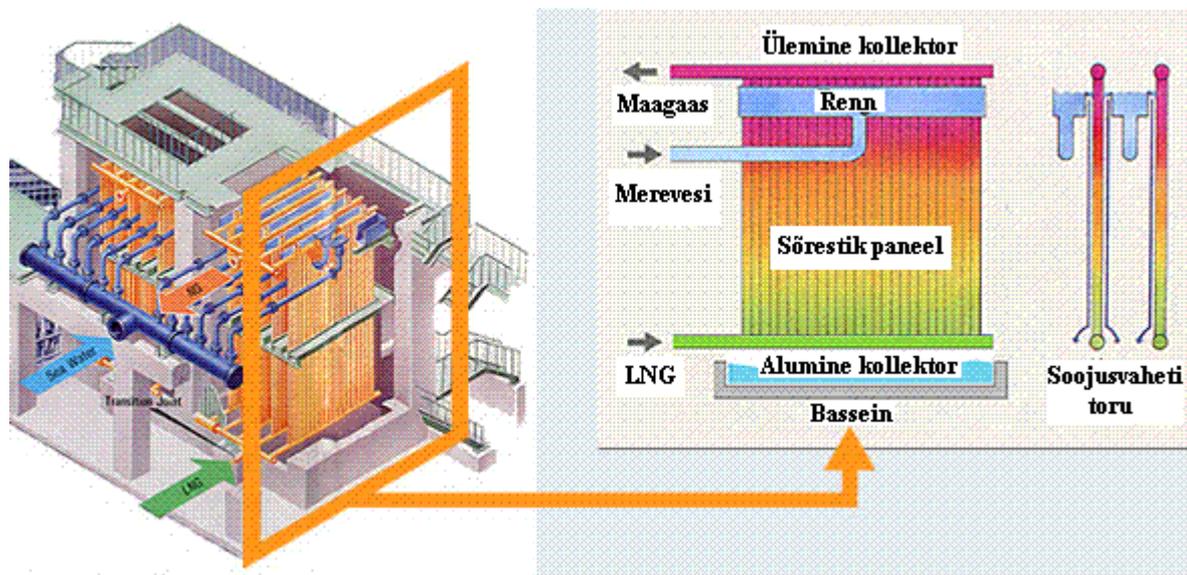


Рисунок 7. Испаритель типа ORV⁴

В ходе разработки проектного решения из-за температуры воды в Финском заливе и условий обледенения, проектировщик отказался от испарителя типа ORV, и принял решение в пользу испарителя типа SCV. Далее оценка влияния на окружающую среду проводилась, исходя из данного решения.

⁴ <http://www.tokyo-gas.co.jp/lngtech/orv/index.html>

4. Связь планируемой деятельности с другими соответствующими документами планировки

4.1. Энергетическая политика Эстонской Республики и ЕС

Одной из наиболее важных задач рапорта по *Энергетической безопасности Эстонии в Контексте Энергетической политики Европейского Союза*⁵, подготовленного по заказу внешней комиссии Рийгикогу в 2006 году, явилось то, что цель Евросоюза заключается в обеспечении растущих потребностей в энергии, устранении монополий в энергетическом секторе, и открытии доступа для международного капитала⁶. Согласно уставу⁷ рабочей группы LNG по планированию объединения Балтийского энергетического рынка (BEMIP) генерального директората по энергетике Европейского союза, выполнение этих задач в восточной части региона Балтийского моря предполагается за счет частных предприятий. Исходя из вышесказанного, государством не планируется сооружение и финансирование единого центрального газового терминала на территории Эстонии. Для обеспечения энергетической безопасности подчеркивается необходимость создания местных терминалов.

Независимо от проекта развития *Терминала* в Эстонии находятся в делопроизводстве находятся еще несколько программ развития терминалов LPG и LNG:

Волостной совет Йыэляхтме своим постановлением нр. 502 от 12 мая 2009 инициировал составление детальной планировки и стратегическую оценку влияния на окружающую среду для сооружения терминала LPG в восточной части порта Мууга. Соответствующий отчет по стратегической оценке влияния

⁵ Энергетическая безопасность Эстонии в Контексте Энергетической политики Европейского союза. Институт Внешней политики Эстонии 2006

⁶ Энергетическая безопасность Эстонии в Контексте Энергетической политики Европейского союза. Институт Внешней политики Эстонии 2006

⁷ Baltic Energy Market Interconnection Plan LNG Taskforce. Terms of reference

на окружающую среду одобрил в своем письме нр. HJR 6-8/8476-4 от 05.05.2012 регион Харью-Ярва-Рапла Департамента окружающей среды. Постановлением нр. 144 от 27.01.2012 Волостной совет Йыэляхтме утвердил детальную планировку.

В своем письме нр. 7-3/1177 от 03.05.2012 Волостной совет Йыэляхтме обратился к Старейшине Харью и региону Харью-Ярва-Рапла Департамента окружающей среды с целью определения месторасположения для терминала LNG в Мууга как объекта, имеющего существенное пространственное влияние, согласно пункту 1 раздела 6 § 292 Закона о планировках. Воздействие терминала LNG в Мууга на окружающую среду и опасные риски будут выяснены в ходе соответствующей (стратегической) оценки влияния на окружающую среду.

27.09.2012 Мэрия Палдиски утвердила тематическую планировку терминала LNG в Палдиски. Отчет по стратегической оценке влияния на окружающую среду тематической планировки одобрил в своем письме нр. HJR 6-8/12/30779-47 от 19.07.2012 регион Харью-Ярва-Рапла Департамента окружающей среды.

4.2. Стратегия развития Ида-Вирумаа в 2005-2013

Стратегия развития Ида-Вирумаа была инициирована правительством Эстонской Республики, и указом регионального министра была создана соответствующая комиссия. Стратегия развития была готова в 2005 году и определила развитие региона вплоть до 2013 года. Основные задачи, связанные с развитием уезда были установлены до 2010 года (период государственной программы развития Эстонии), и конкретные программы по приоритетным направлениям были составлены на период 2005-2007 г.г. В разработке находится новая программа развития Ида-Вирумаа на период 2014-2020.

Основные направления существующей стратегии развития:

- создание инфраструктуры, направленной на увеличение международных торговых потоков;
- привлечение больших производственных инвестиций.

Важным условием развития уезда считается дальнейшее развитие порта Силламяэ и расширение транзитных коридоров.

4.3. Программа развития города Силламяэ

Программа развития города Силламяэ⁸ была принята Мэрией Силламяэ постановлением нр. 62 от 27 сентября 2011. Согласно программе развития, целью города Силламяэ является создание международной конкурентоспособной предпринимательской среды, что подразумевает необходимость продолжать фокусироваться на поддержке проектов, касающихся порта и промышленной зоны. С точки зрения городского развития, положительным фактором выступает привлечение иностранных инвесторов, а также развитие свободной зоны.

Для снижения рисков, связанных с развитием порта, важна целенаправленная деятельность по предотвращению опасностей для окружающей среды, в том числе создание программы мониторинга состояния окружающей среды, учет анализов при принятии решений, оповещение жителей и готовность к кризисным ситуациям. Также необходимо обеспечить безопасность при управлении грузов как в порту, так и на железной дороге и Таллиннском шоссе.

Согласно результатам SWOT-анализа, приведенного в программе развития, благоприятным фактором для города Силламяэ является его транспортно-географическое месторасположение (близость к границе ЕС и Финский залив), быстрое развитие предпринимательства и порта, традиции промышленного производства и ноу-хау, а также существующая инфраструктура.

4.4. Общая планировка города Силламяэ

Общая планировка города Силламяэ⁹ утверждена 26 сентября 2002 г., согласно постановлению нр. 43/102-m Мэрии Силламяэ. Расчетный период общей планировки Силламяэ длится до 2015 года.

Общая планировка определяет области, нуждающиеся в детальной планировке. Общая планировка города Силламяэ предусматривает необходимость детальной планировки для порта Силламяэ, в том числе для торгового порта и территории для его обслуживания (таможня и таможенные склады, ж/д парк, складские помещения, территории для ж/д веток и дорог), а также для территорий под

⁸ Программа развития города Силламяэ на 2010-2017. Мэрия Силламяэ.

<http://www.sillamae.ee/public/files/arengukava%202009-2017.pdf>

⁹ Общая планировка города Силламяэ: <http://www.sillamae.ee/public/files/yldplaneering.pdf>

новые производственные предприятия промышленного района (в том числе территории, расположенные за пределами свободной зоны).

В случае порта Силламяэ необходимо учитывать, что данный порт будет самым важным портом региона. Поэтому большое значение имеет сотрудничество с операторами, обеспечивающими различные торговые потоки.

Детальная планировка участков Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2F, Кеск 2Е, Тюрсамяэ, Сытке 1, Сытке 2/17 в Силламяэ, а также граничащих с ними территорий¹⁰, утверждена решением нр. 34-0 Мэрии Силламяэ от 08 июня.

Детальной планировкой определяется землепользование и право на застройку планируемой территории, а также функциональная территория порта Силламяэ. С помощью детальной планировки представили необходимые условия для развития района и строительной деятельности на планируемой территории, а также сооружения инфраструктуры, в том числе условия окружающей среды. Условия представлены, исходя из определения землепользования и права на застройку. Детальная планировка предусматривает возможность сооружения терминала сжиженного газа, а также расширение промышленной территории порта в сторону моря за счет насыпной земли. Пригодность месторасположения терминала и условия окружающей среды определяются в соответствии с детальной планировкой в ходе проведения ОВОС.

Согласно пункту 3 раздела 3 § 8 *Закона о планировках*, одной из задач общей планировки является определение общих эксплуатационных и строительных условий для акваторий. Согласно общей планировке города Силламяэ, общим условием по эксплуатации для окружающей порт Силламяэ акватории является развитие порта. Тем самым, необходимая деятельность по развитию на территории порта Силламяэ отвечает общей планировке города Силламяэ.

Согласно § 9 *Закона о планировках*, детальная планировка для планирования акватории не составляется. Образование новых территорий в море регулирует *Закон о водопользовании*, согласно которому укладка грунта на дно водоема, а также затопление твердых частиц является специальным водопользованием. Данная деятельность происходит согласно условиям, установленным

¹⁰ Детальная планировка участков Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2Е, Кеск 2F, Тюрсамяэ, Сытке 1, Сытке 2/17 и граничащих с ними территорий:

http://www.sillamae.ee/public/product/Seletuskiri_eeesti.pdf

разрешением на специальное водопользование. Министерство окружающей среды предоставило разрешение на специальное водопользование для засыпки в море.

Сооружение *Терминала* согласовано с программой развития и общей планировкой города Силламяэ, а также детальными планировками участков Силламяэ Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2F, Кеск 2Е, Тюрсамяэ, Сытке 1, Сытке 2/17 и граничащих с ними территорий.

5. Методика оценки влияния на окружающую среду планируемой деятельности

Проведение и обнародование ОВОС происходит согласно *Закону об оценке воздействия на окружающую среду и системе управления состоянием окружающей среды* и *Закону о делопроизводстве*, а также требованиям, установленным в прикладных актах этих законов.

В процессе ОВОС используют как субъективную эмпирическую оценку (мнение группы экспертов ОВОС), так и объективную оценку (результаты исследований, моделирования и пр.). Качественно или количественно оцениваемые или измеряемые влияния интегрируют в единую оценку влияния. В ходе ОВОС анализируют терпимость окружающей среды области влияния, при этом учитывают общепризнанные знания оценки влияния на окружающую среду и требования законодательных актов, касающихся окружающей среды. Обычно в процессе оценки применяют комбинацию различных методов или же используют разные подходы в зависимости от того, на какой стадии находится процесс оценки.

В ходе оценки описывают область влияния объекта оценки и условия окружающей среды в ближайшей окрестности, характер планируемой деятельности и ее возможные влияния на окружающую среду, как в ходе строительства *Терминала*, так и в ходе его эксплуатации, а также вероятное кумулятивное влияние.

Критерием оценки воздействия на окружающую среду являются требования законодательства Эстонской Республики, в которых определены предельные и целевые значения для всех загрязняющих компонентов. Соблюдение установленных законодательством норм обеспечивает сохранение как природной среды, так и здоровья населения.

При сравнении альтернатив, самым важным критерием являются способы обеспечения безопасности.

Согласно Закону о химикалиях и его прикладным актам, составление рискованного анализа для предприятия с опасным производством в объеме, необходимом для

процедуры выдачи разрешения на деятельность, требует множество различных данных, которые отсутствуют в проекте развития в его эскизной стадии. Как правило, рисковый анализ (в том числе документы, касающиеся обеспечения безопасности - информационный лист, отчет по безопасности) требуется до начала строительства или же на стадии строительного проекта. Эти документы требуют очень точного описания технологии, а также организации и персонала. Для выдачи разрешения на деятельность вышеуказанные документы уточняют в соответствии с конкретным возводимым строением. Дополнительно для предприятия составляется план реагирования в кризисных ситуациях.

Целью рискового анализа эскизного проекта или же предварительного рискового анализа является оценка риска крупных аварий, которые могут сопутствовать планируемой деятельности, а также их последствий, и определение опасной зоны.

Рисковый анализ, сделанный на основании эскизного проекта в объеме проводимой ОВОС, содержит следующие данные:

I этап: распознавание рисков	1. Описание применяемой методики рискового анализа
	2. Определение общих опасностей (в зависимости от обрабатываемых химикалий)
II этап: анализ рисков	3. Описание сценариев возможных аварий. При этом указываются условия, при которых авария становится вероятной. 4. Оценка вероятности наступления аварии.
III этап: оценка рисков	5. Оценка и описание тяжести последствий и области их распространения. При этом приводится план области воздействия аварии.
	6. Описание мер по предотвращению аварии (планируемые технологические параметры и средства по обеспечению безопасности).

6. Описание среды, подвергающейся воздействию

6.1. Месторасположение и географическая характеристика

Планируемая деятельность находится на производственной территории порта Силламяэ. Порт Силламяэ расположен в акватории города Силламяэ в Ида-Вирумаа на южном побережье Финского залива вблизи озера Нарва.

Согласно пункту 3 указа нр. 485-к Правительства Республики от 5 июля 2004 ., границы акватории порта Силламяэ определяются следующими координатами:

1. 59°24,88i N 27°43,93i E
2. 59°26,48i N 27°44,10i E
3. 59°26,46i N 27°44,84i E
4. 59°25,63i N 27°44,75i E
5. 59°24,79i N 27°46,22i E
6. 59°24,68i N 27°46,69i E
7. 59°24,68i N 27°44,69i E

В ходе создания инфраструктуры в порту Силламяэ была засыпана акватория между причалом для жидких грузов и газовым причалом для того, чтобы соорудить там терминал для сухих химических грузов, и в то же время увеличить геотехническую стабильность хранилища отходов. Производственная территория порта Силламяэ подразделяется на две части - верхняя территория находится на высоте 40 м на глинте Пяйте и нижняя территория находится на уровне моря.

6.2. Климат и состояние атмосферного воздуха

Статистические параметры Метеорологической станции Нарва-Йыесу, составленные на основании временных рядов ветров, показывают, что наиболее ветренными месяцами являются октябрь, ноябрь, декабрь и январь (средняя сила ветра на 10-20% превышает среднее значение). Наиболее близкими к средней силе ветра являются март, апрель и май, самая слабая скорость ветра наблюдается

в летные месяцы – июнь, июль, август (на 10-20% ниже средней). Если в наиболее ветреные месяцы доминируют SW, S и W ветры, то в апреле, мае, июне и июле преобладают NE, SE, S и SW ветры.

Влажность воздуха достигает абсолютного минимума в январе, феврале и марте: 3,4 – 3,6 mb, а максимума – в июне, июле и августе: 12,0 – 14,1 mb. Относительно низкая влажность воздуха наблюдается в мае и июне. Среднегодовое количество осадков составляет 550 мм. Наименьшее количество осадков характерно для марта (20 мм), а наибольшее – для августа (80 мм).

Из года в год в Инспекцию окружающей среды от города Силламяэ поступает все больше жалоб на неприятный воздух в городе. Если в 2011 году поступило 38 подобных жалоб, то в середине 2012 года жалоб было уже 95. В основном ссылались на порт Силламяэ и предприятие Производство масла Eesti Energia как на источники загрязнения воздуха; пахучие вещества, выходящие из этих предприятий представляют опасность для здоровья человека, а при неблагоприятных погодных условиях могут ухудшить качество воздуха, не превышая при этом предельных значений для показателей качества. В ходе инициированного Инспекцией окружающей среды проекта проводится оценка влияния происходящей в порту обработки грузов как источника загрязнения для города Силламяэ, также выявляются источники загрязнения, влияющие на качество воздуха в городе и его окрестностях. Помимо возможности оповещения жителей города о состоянии воздуха и оценки надежности передаваемых жалоб, результаты исследований также позволяют ходатайствовать для владельцев источников загрязнения о составлении программы по уменьшению количества пахучих веществ. Если ухудшение качества воздуха вызвано совместным влиянием нескольких источников загрязнения, то Инспекции окружающей среды делается предложение о составлении региональной программы действий.¹¹

6.3. Социально-экономическая среда

Силламяэ - город, имеющий самую плотную застройку среди всех городов региона Ида-Вирумаа. По данным Департамента статистики на 1 марта 2012 в Силламяэ проживало 14 487 человек: 8020 женщин и 6467 мужчин. По сравнению с предыдущими годами число жителей Силламяэ уменьшилось. В

¹¹ Газета „Põhjarannik“ 03.01.2013

период с 2000 года (180 143 человека) до конца 2010 года (168 656 человек) число жителей уезда сократилось на 11 487 человек.

Большинство людей среди жителей Силламяэ - это люди трудоспособного возраста (68%) (таблица 1). По сравнению с соседними самоуправлениями, в Силламяэ удельный вес лиц трудоспособного возраста больше, что, в свою очередь, способствует устойчивому развитию города.

Таблица 1. Возрастной состав жителей Силламяэ

Возраст	Всего	Процент
0 - 14	1840	13%
15 - 64	9920	68%
65 -	2727	19%

Самые крупные работодатели в городе Силламяэ - это АО Põlevkivi Kaevandamise, АО Silmet, АО Sillamäe Sadam и терминалы порта, АО Sillamäe SEJ, АО Norwes Metall, АО Meke-Sillamäe.

Прежде всего инфраструктура города Силламяэ связана с АО Silmet Grupp - преемником некогда засекреченного крупного завода, который является самым большим работодателем Силламяэ и Северо-восточной Эстонии и развивает предпринимательство региона. Для развития предпринимательства создана важная экономическая свободная зона, управляемая дочерним предприятием АО Silmet Grupp АО Silmet Kinnisvara. АО Sillamäe Sadam, также являющееся дочерним предприятием АО Silmet Grupp, регулирует деятельность порта.

Портовый комплекс Силламяэ рассматривается как главный двигатель развития Ида-Вирумаа. Порт создает приблизительно 3000 новых рабочих мест, также способствует возникновению транзита и предпринимательства не только в самом порту, но и во всем регионе.

Развитие Силламяэ направлено на оживление экономики, на то, чтобы способствовать переориентации предприятий и переобучению персонала, а также на развитие человеческого капитала. Для увеличения международной конкурентоспособности, городу необходимо сосредоточиться на поддержке порта и промышленного района за счет создания благоприятной предпринимательской среды для предприятий, связанных с транзитом.

7. Оценка потенциально серьезных воздействий

7.1. Воздействие на грунт и водную среду

Грунт

Как LPG, так и LNG испаряются при попадании в грунт бесследно. Тем не менее, согласно *Проекту*, резервуары размещают на насыпи и окружают парк резервуаров железобетонной дамбой.

Сточные воды

Для выпаривания LNG применяют испарители типа SCV. Всего устанавливают 2 испарителя (E-201 A/B), один из которых - резервный. В качестве топлива для испарителя применяют природный газ. При горении природного газа в основном образуются оксиды азота (NO_x), монооксид углерода (CO) и диоксид углерода (CO_2). При обработке отработанного газа из одного испарителя (при 100% мощности) образуется конденсационная вода, имеющая кислую реакцию до 31,8 м³/ч¹². Образовавшуюся конденсационную воду нейтрализуют 20%-ым раствором NaOH в том случае, если pH воды станет меньше 6. Согласно эстонскому стандарту EVS-EN 1473:2007 *Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of onshore installations*, конденсационная вода не содержит опасных веществ, которые могли бы до отправки сточной воды в приемник как-то существенно повлиять на качество воды. Согласно *Проекту*, сточные воды, образующиеся в *Терминале*, направляются в канализацию порта Силламяэ и оттуда дальше в приемник, согласно условиям разрешения на специальное водопользование. Максимальное расчетное количество технологических сточных вод в *Терминале* составляет менее 5% от общего количества сточных вод порта Силламяэ.

Теоретически, нейтрализованную конденсационную воду можно было бы направить напрямую в море¹³. Если на последующих этапах проектирования

¹² Максимальный годовой поток составляет 278 658 м³

¹³ Стратегическая ОВОС тематической планировки терминала LNG в Палдиски. ООО E-Konsult работа нр. E1177

будет принято решение об изменении *Проекта*, и нейтрализованная конденсационная вода будет направляться напрямиком в море, то в ходе принятия решения необходимо будет руководствоваться постановлением нр. 269 Правительства Республики от 31 июля 2001 г. *Порядок направления сточных вод в водоем или в почву*. Согласно постановлению, минимальное содержание ионов водорода в сточных водах рН 6. Месторасположение трубопровода, по которому сточные воды направляются в море, необходимо обозначить на стадии основного проекта, принимая за основу утвержденные требования по окружающей среде и, при необходимости, соответствующие мнения экспертов. Согласно разделу 2 § 8 Закона о водопользовании, подобная деятельность является специальным водопользованием. Для этого владелец обязан ходатайствовать о разрешении на специальное водопользование.

Водоснабжение

В нормальном рабочем режиме SCV-испарители не нуждаются в воде, но в некоторых случаях, если испаритель не работает на оптимальной мощности, необходимо добавлять воду в количестве до 2,5 м³/ч. Согласно *Проекту*, необходимую для этого технологическую воду получают из трасс порта Силламяэ. Все резервуары изолируют, чтобы не использовать воду для их охлаждения. Данный факт существенно снижает потребность в технологической воде.

Ливневые воды

Расчетное количество ливневых вод, образующихся на территории *Терминала*, можно вычислить следующим образом:

$$\text{среднее количество осадков за месяц} \times \text{площадь терминала} \times 12$$

Согласно климатическим данным порта Силламяэ (см. раздел 3.4), среднее количество осадков за один месяц составляет 45,83 мм (среднее за год 550 мм). Площадь *Терминала* 26 га.

Максимальное количество ливневых вод на территории *Терминала* всего:

$$260000 * 0,04583 * 12 = 143000 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Ливневые воды, собранные с территории *Терминала*, содержат преимущественно взвеси и, в некоторой степени, остатки масла и топлива (из различных

технологических узлов и транспорта). Ливневые воды собирают и очищают в нефтеловушках и песколовках. Очиститель должен обеспечить содержание нефтяных частиц в сточных водах не более 5 мг/л и взвесей - менее 40 мг/л. После этого собранные и очищенные сточные воды направляются в канализацию порта Силламяэ.

Планируемая деятельность не оказывает негативного воздействия на грунт и грунтовые воды в том случае, если соблюдаются установленные законодательством требования по окружающей среде. Нагрузка загрязняющих веществ на приемник не возрастает.

7.2. Воздействие на атмосферный воздух

В ходе обычной работы *Терминала* в атмосферу выделяются загрязняющие вещества от следующих процессов:

- факел для сжигания остаточных газов (F-201);
- испарители сжиженного природного газа (E 202 A/B);
- комплекс для сжижения природного газа (Z-202).

Выбрасываемые в атмосферный воздух вещества:

- диоксид углерода (CO₂);
- оксид углерода (CO);
- оксиды азота (NO и NO₂);
- летучие органические соединения (VOC-com);
- метан (CH₄).

7.2.1. Источники загрязнения

Факел для сжигания остаточных газов (F 201)

Потребление факела для одного оборудования (горелка) составляет 3 Nm³/ч природного газа, всего для четырех горелок потребление 12 Nm³/ч.

Тестовый период

Запланировано два 24-часовых испытания, в ходе которых отключают станцию, имитируя при этом аварийную ситуацию (испарение природного газа из резервуаров и трубопроводов). В течение этих периодов потребление природного газа составляет до 11400 кг/ч.

Аварийные ситуации

Ситуация, когда резервуары LNG заполнены и новый LNG принять невозможно, может происходить по оценке до 8 часов в год. В этот период расход природного газа составляет до 58000 кг/ч.

Работы по обслуживанию

Для проведения работ по обслуживанию планируемого терминала длительные простои (до одной недели) предусмотрены три раза в год. В этот период расход природного газа составляет до 8110 кг/ч и дополнительно в течение 4 дней - 4715 кг/ч (опорожнение и охлаждение трубопроводов).

Всего за год из факельной установки в атмосферу выделяется загрязняющих веществ:

- CO₂ - 25300 тонн;
- NO_x - 2,8 тонн;
- VOC - 5,8 тонн;
- CO - 15,3 тонн.

Вышеприведенные цифры также учитывают загрязняющие вещества, связанные с проведением испытаний и аварийными ситуациями. Расход природного газа в нормальном рабочем режиме составляет 12 Nm³/ч.

Согласно постановлению нр. 99 Министра окружающей среды от 02.08.2004 *Порядок определения количества веществ загрязнения, выделяющихся в атмосферный воздух из сжигательного оборудования*, при сжигании природного газа выделяется топливо с тепловой мощностью более 10МВт на ГДж, 100 г NO₂, 40 г СО и 4 г летучих органических веществ.

Тепловая мощность используемого топлива в случае природного газа следующая:

Тепловая ценность природного газа 33 МДж/м³

$$12 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 33 \text{ MJ/m}^3 / 3600 \text{ s/h} = 0,11 \text{ MJ/s} = 0,11 \text{ MW} = 0,00011 \text{ GJ/s}$$

Мгновенное количество загрязняющих веществ:

$$q_{\text{NO}_2} = 0,00011 \text{ GJ/s} \times 100 \text{ g/GJ} = 0,011 \text{ g/s}$$

$$q_{\text{CH}_4} = 0,00011 \text{ GJ/s} \times 40 \text{ g/GJ} = 0,0044 \text{ g/s}$$

$$q_{\text{LOU}} = 0,00011 \text{ GJ/s} \times 4 \text{ g/GJ} = 0,00044 \text{ g/s}$$

Оценочные параметры источника загрязнения:

$$h = 15 \text{ м}$$

$$d = 0,5 \text{ м}$$

$$T = 300 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

Испарители сжиженного природного газа (E 202 A/B)

Оба испарителя сжиженного природного газа (*submerged combustion vaporizer - SCV*) снабжены горелками, которые в качестве топлива потребляют сжиженный природный газ до 36500 кг/ч. В ходе нормальной работы в атмосферный воздух в год выбрасывается приблизительно 185 тонн NO_x и 220 тонн CO .

В ходе непрерывной работы за год в атмосферный воздух выделяется:

$$q_{\text{NO}_x} = 185 \text{ т/год} \times 1000000 \text{ г/т} / (365 \times 24 \times 3600) \text{ с/год} = 5,866 \text{ г/с}$$

$$q_{\text{CO}} = 220 \text{ т/год} \times 1000000 \text{ г/т} / (365 \times 24 \times 3600) \text{ с/а} = 6,976 \text{ г/с}$$

Количество загрязняющих веществ равномерно распределяется между двумя горелками.

Оценочные параметры источника загрязнения:

$$h = 20 \text{ м}$$

$$d = 1 \text{ м}$$

$$T = 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

Вентиляция лаборатории

Природный газ, проанализированный на газовых хроматографах, выпускают в атмосферный воздух. Оценочное количество 1,2 Nm³/ч.

Мгновенное количество:

$$M_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g/mol}$$

$$16 \text{ g/mol} \times 1000 \text{ L/m}^3 / 22.4 \text{ L/mol} = 714 \text{ g/m}^3$$

$$q_{\text{CH}_4} = 1,2 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 714 \text{ g/m}^3 / 3600 = 0,238 \text{ g/s}$$

$$Q_{\text{CH}_4} = 1,2 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 714 \text{ g/m}^3 \times 8760 \text{ h/a} / 1000000 \text{ g/t} = 7,51 \text{ t/a}$$

Оценочные параметры источника загрязнения:

$$h = 10 \text{ м}$$

$$d = 0,2 \text{ м}$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

Комплекс по сжижению природного газа (Z-202)

В качестве топлива комплекс по сжижению природного газа потребляет природный газ. Суммарная мощность горелок составляет 45 МВт. Максимальная концентрация NO_x в дымовых газах 300 мг/Nm³ и CO - 100 мг/Nm³. Мгновенное количество загрязняющих веществ для оборудования по сжижению природного газа можно найти через концентрацию дымовых газов и количество выделяемых при сжигании метана газов, приведенных в документе Doc. №: P227532-SRPI1-ME-0002 (LNG/LPG TERMINAL AIR EMISSION ESTIMATE). Согласно постановлению нр. 99 Министра окружающей среды от 02.08.2004 *Порядок определения количества веществ загрязнения, выделяющихся в атмосферный воздух из сжигательного оборудования, при стехиометрическом горении сухого вещества топлива выделяется 0,25 Nm³/МДж сухих дымовых газов. Суммарная тепловая мощность горелок согласно документу Doc. №: P227532-SRPI1-EL-0001 (EQUIPMENT LIST) 45 МВт (45 МДж/с).*

Тем самым, количество дымовых газов при сгорании метана:

$$V = 0,25 \text{ Nm}^3/\text{MJ} \times 45 \text{ MJ/s} = 11,25 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

Коэффициент избытка воздуха в случае 3%-го содержания кислорода:

$$20,9 / (20,9 - 3) = 1,17$$

Объемный расход газов в случае стандартного 3%-го содержания кислорода:

$$11,25 \times 1,17 = 13,16 \text{ Nm}^3/\text{с}$$

Таким образом, мгновенное количество загрязняющих веществ горелки:

$$q_{\text{NO}_2} = 13,16 \text{ Nm}^3/\text{с} \times 300 \text{ mg/Nm}^3 / 1000 \text{ mg/g} = 3,948 \text{ g/s}$$

$$q_{\text{CO}} = 13,16 \text{ Nm}^3/\text{с} \times 100 \text{ mg/Nm}^3 / 1000 \text{ mg/g} = 1,316 \text{ g/s}$$

В ходе непрерывной работы за год в атмосферный воздух выделяется:

$$Q_{\text{NO}_2} = 3,948 \text{ g/s} \times (365 \times 24 \times 3600) \text{ s/a} / 1000000 \text{ g/t} = 124,5 \text{ t/a}$$

$$Q_{\text{CO}} = 1,316 \text{ g/s} \times (365 \times 24 \times 3600) \text{ s/a} / 1000000 \text{ g/t} = 41,5 \text{ t/a}$$

Труба газовой горелки такой мощности имеет диаметр до 1,5 м и высоту 20 м.

Линейная скорость газов в трубе горелке при рабочей температуре газов 120°C:

$$V_m = 13,16 \text{ Nm}^3/\text{с}$$

$$V_m = 393/273 \times 13,16 \text{ Nm}^3/\text{с} = 18,95 \text{ Tm}^3/\text{с}$$

$$S = \pi \times d^2 / 4 = 3,14 \times 1,5 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} / 4 = 1,77 \text{ м}^2$$

$$v = 18,95 \text{ Tm}^3/\text{с} / 1,77 \text{ м}^2 = 10,71 \text{ м/с}$$

Оценочные параметры источника загрязнения:

$$h = 20 \text{ м}$$

$$d = 1,5 \text{ м}$$

$$T = 120 \text{ °C}$$

$$v = 10,7 \text{ м/с}$$

Запуск терминала

Первый запуск *Терминала* на первом этапе сопровождается выбросом в атмосферный воздух 16650 тонн CO₂, который связан с охлаждением резервуаров LNG. На втором этапе происходит выброс 5550 тонн CO₂.

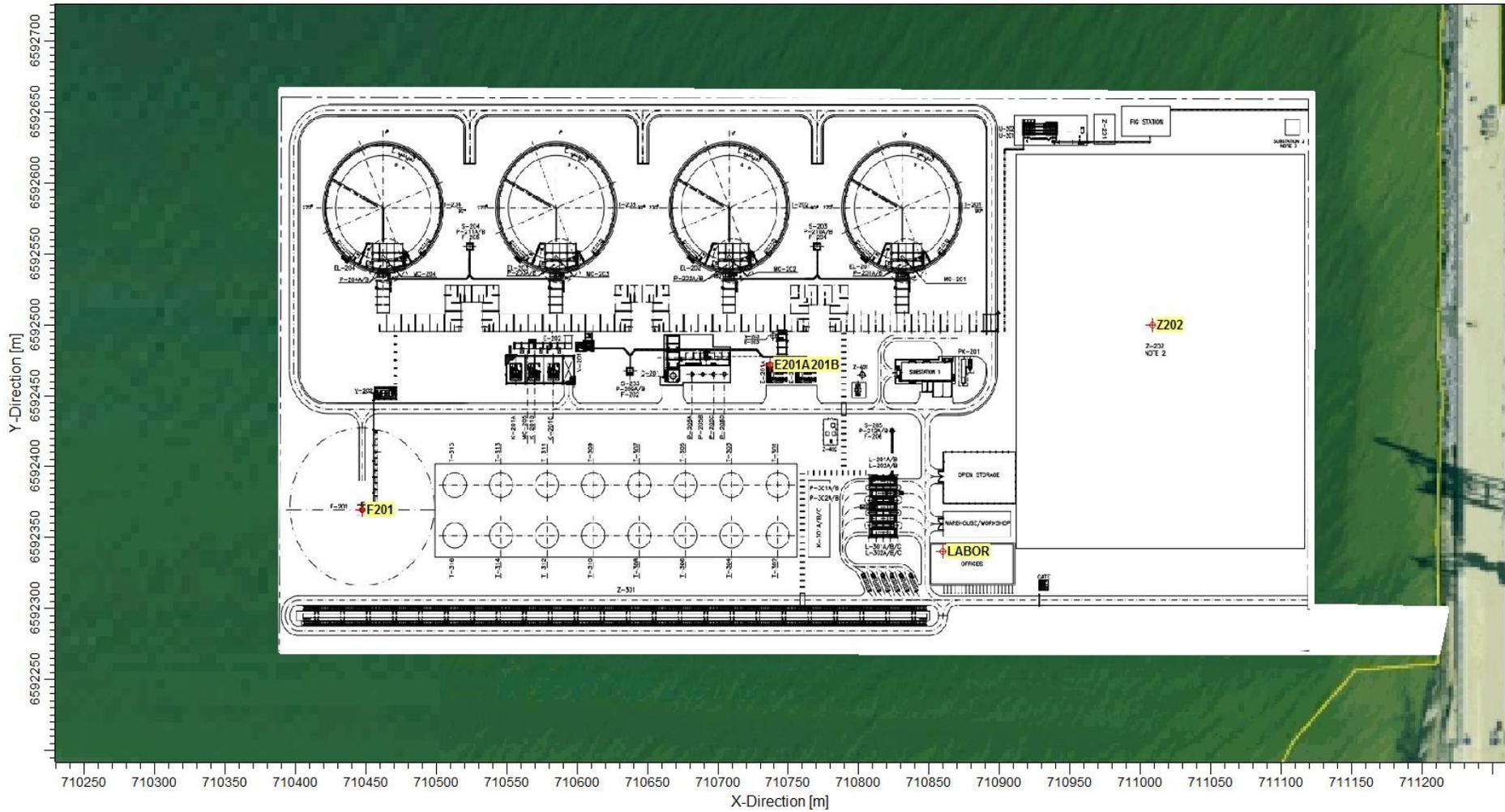


Рисунок 8. Расположение источников загрязнения Терминала

7.2.2. Дисперсионные расчеты

На основании исходных данных и метеорологических параметров была рассчитана максимальная концентрация диоксида азота, оксида углерода и летучих органических веществ в расположенном вблизи поверхности земли слое воздуха. Для этого использовалась расчетная модель Aermод, разработанная US-EPA и основанная на диффузионном уравнении Гаусса. Модель утверждена в качестве официальной расчетной модели в таких государствах как США, Великобритания, Австралия и др. Начальный код и описание модели свободно доступны на домашней странице US-EPA по адресу: <http://www.epa.gov/>. Размеры квадрата смоделированной сетки приняты 100x100 м и размер сетки - 85x50 квадратов, т.е. 8,5x5 км.

На рисунке 9 приведена максимальная среднечасовая концентрация диоксида азота при условии, что в *Терминале* работают все производственные процессы. Максимальный среднечасовой уровень составляет 180 $\mu\text{г}/\text{м}^3$. За пределами производственной территории концентрация равна 50 $\mu\text{г}/\text{м}^3$ или же 0,25 SPV_1 .

Действующие в Эстонии предельные значения для атмосферного воздуха утверждены постановлением нр. 43 Министра окружающей среды от 08.07.2011 *Предельные и целевые значения уровня загрязнения атмосферного воздуха, прочие предельные нормы содержания загрязняющих веществ и сроки их достижения* (см таблицу 2).

Табел 2. Предельные значения загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Код (нр. CAS)	Усредненное время	Предельное значение уровня загрязнения $\mu\text{г}/\text{м}^3$
Оксид азота	10102-44-0	1 час	200
		1 год	40
Оксид углерода	630-08-09	8 часов	10 000
Летучие органические соединения, VOC-com	-	1 час	5 000
		24 часа	2 000

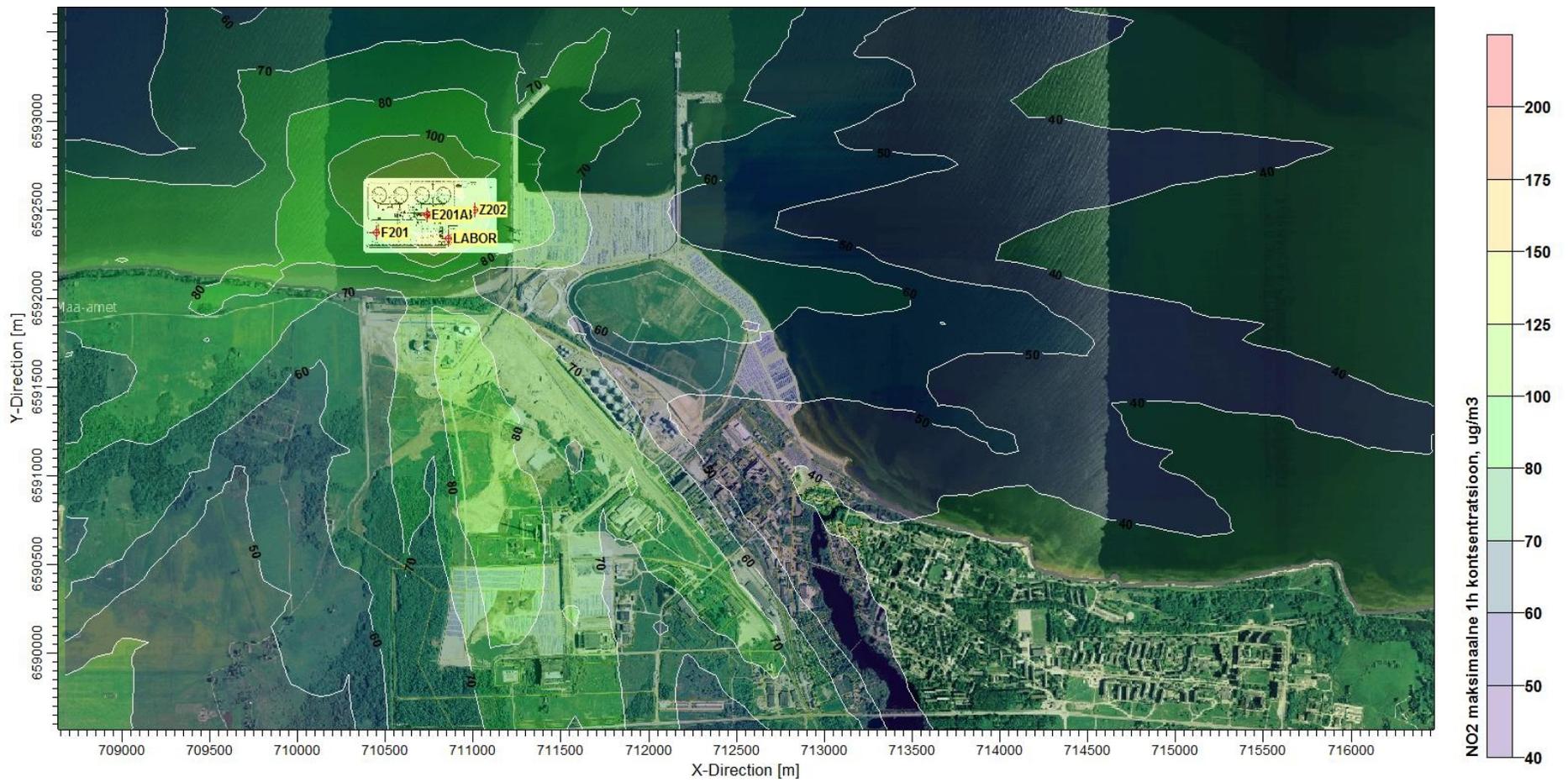


Рисунок 9. Среднечасовая концентрация диоксида азота, если работают все источники загрязнения *Терминала*

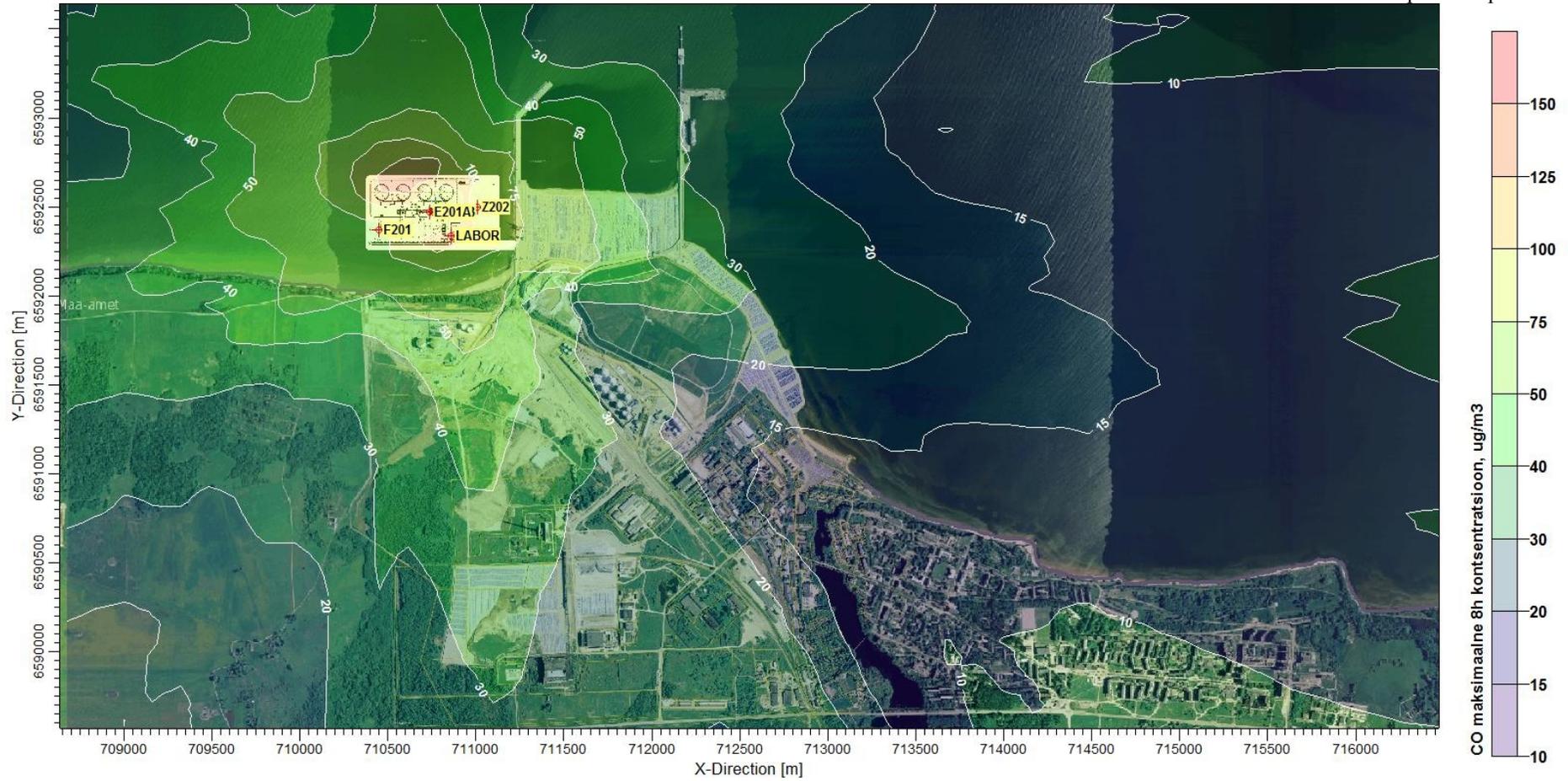


Рисунок 10. Средняя концентрация оксида углерода за 8 часов, если работают все источники загрязнения от обработки LNG



Рисунок 11. Среднечасовая концентрация летучих органических веществ, если работают все источники загрязнения от обработки LNG

7.2.3. Заключение

Результаты дисперсионных расчетов и расчетов по загрязнению воздуха показали, что теоретически при наиболее неблагоприятных условиях, т.е. в том случае, если в работе находятся все процессы в *Терминале* и в то же время имеют место самые неблагоприятные для рассеивания погодные условия, ни один из показателей концентрации загрязняющих веществ не превышает соответствующего предельного значения за пределами производственной территории. Соблюдение предельных значений на производственной территории является условием выдачи законодателем разрешения на выбросы в атмосферу.

Согласно разделу 2 § 43 Закона об охране атмосферного воздуха, до ходатайства о выдаче разрешения на выбросы в атмосферу, владелец стационарного источника загрязнения должен оценить вероятное количество загрязняющих веществ. Для оценки в данном случае целесообразно сделать непосредственные измерения, поскольку согласно разделу 2 § 89 Закона об охране атмосферного воздуха, до того, как будет подключен новый стационарный источник загрязнения, предприятие обязано проводить инвентуру количества выбросов в атмосферный воздух в течение трех месяцев с начала подключения источника загрязнения. Инвентура на производственной территории заключается в уточнении количества выделяющихся загрязняющих веществ и параметров источников загрязнения с помощью непосредственных измерений и контрольных расчетов. Для подачи ходатайства о разрешении на выбросы в атмосферный воздух, предприятие должно на основании результатов инвентуры составить проект допустимого количества выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух из источников загрязнения. Если из результатов измерения станет ясно, что концентрация загрязняющих веществ на производственной территории превышает допустимые значения, то при выборе технологии предприятие должно руководствоваться высшими мерами, определенными Европейской Комиссией для выбора наилучшей возможной техники (НВТ).

Рекомендуемые интервалы для различных вариантов приведены в документах НВТ, и предприятия должны сами принимать решение в пользу тех или иных методов, исходя из применяемой технологии и обрабатываемых продуктов. Согласно разделу 1 § 88 Закона об охране атмосферного воздуха, владелец стационарного источника загрязнения должен применять наилучшую возможную технику настолько, насколько это технически возможно и экономически оправдано, учитывая затрачиваемые расходы и возможный ущерб.

Согласно постановлению § 76 Закона об охране атмосферного воздуха, на период запуска *Терминала* предприятие должно ходатайствовать о разрешении на выбросы в атмосферу.

7.3. Образование отходов

Отходы образуются в результате строительной деятельности *Терминала*. Все образовавшиеся отходы следует обрабатывать согласно правовым актам, связанными с отходами,¹⁴ и предписаниям местных самоуправлений по обращению с отходами¹⁵ (в том числе программа обращения с отходами¹⁶). Ответственность в данном случае лежит на предприятии.

В терминалах при хранении сжиженных газов обычные донные осадки в резервуарах не образуются. Поскольку газ при утечке испаряется бесследно, то и отходы в случае устранения возможной утечки не образуются. В ходе эксплуатации при обслуживании оборудования образуется старое масло и отходы, содержащие смазочные вещества и абсорбенты. Такие отходы относятся к числу опасных. Для их хранения необходимы помещение и резервуары, которые планируют в ходе проектирования *Терминала*. Все образующиеся отходы необходимо собирать, складировать по их типу и передавать согласно требованиям закона об отходах.

7.4. Шум и вибрация

Терминал располагается на производственной территории порта Силламяэ, ближайшие жилые постройки находятся на расстоянии более 2 км. Предположительные источники шума, сопутствующие сооружению *Терминала*: стационарные источники шума как внутри, так и за пределами зданий, шум, связанный с транспортом (дорожный и ж/д транспорт, танкеры), а также временный шум от строительства. В качестве стационарных источников шума рассматривают технологическое оборудование и погрузочные машины. Ж/д сообщение, обслуживающее порт Силламяэ, увеличивается на два состава в неделю, в которых прибывает на место LPG. LNG транспортируют в

¹⁴ Elektrooniline Riigi Teataja: Закон об отходах <https://www.riigiteataja.ee/akt/749804>

¹⁵ Предписание по обращению с отходами города Силламяэ:
<http://www.sillamae.ee/public/files/jaatmehoolduseeskiri.pdf>

¹⁶ Elektrooniline Riigi Teataja: Программа обращения с отходами города Силламяэ:
<https://www.riigiteataja.ee/akt/987583>

порт на танкерах. Строительство терминалов, ж/д эстакад и погрузочных площадок сопровождается временным строительным шумом.

Возможные источники шума, связанные с сооружением *Терминала*:

- Ж/д движение – в т.ч. разгрузка, сборка подвижного состава, маневрирование
- Стационарные источники загрязнения – источники шума как внутри, так и за пределами зданий, в т.ч. технологическое оборудование
- Строительный шум – строительное оборудование
- Автомобильное движение – тяжелый транспорт, межпортовое сообщение
- Разгрузка танкеров – запуск двигателя танкера (кратковременный шум)
- Временный строительный шум

Временным источником шума в связи со строительством *Терминала* является работа строительных механизмов и увеличивающаяся интенсивность транспорта (самосвалы, подъемники).

Ближайшие жилые районы города Силламяэ находятся на расстоянии более 2 км от района, где происходит строительство, поэтому шум от строительных работ не воздействует на городских жителей. Необходимо учитывать воздействие, оказываемое на здоровье рабочих во время проведения строительства. Предельные нормы уровня шума в производственной среде утверждены постановлением РТ I 2007, 34, 214 Правительства Республики *Требования гигиены и безопасности труда к производственной среде, находящейся под влиянием шума, предельные нормы шума в производственной среде и порядок измерения шума*¹⁷.

Таблица 3. Максимально допустимое время нахождения под влиянием шума, соответствующее различным уровням шума

Уровень шума (dB A)	Максимально допустимое время нахождения под влиянием шума
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0,5
100	0,25

¹⁷ Elektrooniline Riigi Teataja: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12819460>

Транспортный шум

LPG доставляют на место в вагонах-цистернах, и для его разгрузки сооружают эстакаду. Ж/д шум создают маневрирование и сортировка вагонов с грузом (в основном движение вагонов туда-обратно, торможение и стыковка вагонов). Ближайшие жилые постройки расположены на достаточно большом расстоянии, чтобы шум от сортировки вагонов на производственной территории не мешал бы жителям города. В рамках ОВОС выбора месторасположения терминала LPG АО Nord Gas в Силламяэ¹⁸ были смоделированы уровни шума от ж/д движения, сопутствующего деятельности всех фирм-операторов, которые действуют в порту. Результаты показали, что на участке между портом Силламяэ и станцией Вайвара дневной уровень шума не превышает предельных норм для садово-дачных районов¹⁹. Превышение предельного уровня шума в 60 дВ возможно лишь на расстоянии до 10 м от железной дороги. Согласно общей планировке Силламяэ, данный садово-дачный комплекс не планировался как жилой район, поскольку он прежде всего предназначался для временного жилья и все дома не обязаны соответствовать действующим строительным нормам.

Серьезного увеличения автотранспорта в жилых районах Силламяэ в связи с сооружением *Терминала* не произойдет. Тяжелый транспорт, обслуживающий строительство, пускают в объезд жилых районов, а также используют дороги, предназначенные грузовых машин, обслуживающих порт.

LNG доставляют в *Терминал* на специальных танкерах. Сооружение и эксплуатация разгрузочного оборудования особых проблем с шумом не доставляет. Танкеры производят кратковременный шум при запуске двигателя и при выходе из порта. Шум от морских судов, связанный с обслуживанием *Терминала*, не распространяется дальше территории порта.

Вибрация

Вибрацию, прежде всего, производят ж/д транспорт и используемые во время строительства механизмы и машины. Влияние вибрации от ж/д транспорта проявляется

¹⁸ ОВОС выбора месторасположения терминала LPG АО Nord Gas в Силламяэ. ООО E-Konsult. 2008, Таллинн. <http://www.sillamae.ee/public/files/NordGas%20KMH%20aruanne.pdf>

¹⁹ Elektrooniline Riigi teataja: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756>

прежде всего вблизи от железной дороги, что особенно ощутимо во время движения поезда.

Вибрация от строительных работ может оказывать влияние на состояние здоровья рабочих, поэтому необходимо учитывать требования по уровню шума и гашению вибрации, предъявляемые к оборудованию.²⁰ Вибрация, которая появляется в результате строительной деятельности, носит временный характер и прекращается с окончанием строительных работ.

7.5. Свет, тепло, излучение

Световые загрязнения

Световое загрязнение - это часть освещения, используемого в неразумных количествах или в ненужное время и которое причиняет вред живой природе. Световое загрязнение возникает от неправильного использования заводского освещения.

Утверждение норм, касающихся светового загрязнения, является внутренним делом каждого государства. В ЕС действует т.н. директива по экодизайну, на основании которой составлен отчет по шуму и световому загрязнению. В Эстонии законодательство, касающееся светового загрязнения, находится в разработке. При составлении законодательных документов принимают во внимание, что световое загрязнение - это растроченная энергия, что означает дополнительные расходы для приобретения квоты на CO₂, уменьшения последствий загрязнения и т.д. Свет является ресурсом, вторичное использование которого невозможно. По оценке, в Эстонии перерасход на освещение составляет 100 миллионов евро в год. Для производства электроэнергии, растрачиваемой на световые загрязнения, в год уходит миллион тонн горючего сланца.

Сотрудники Физического института Таллиннского Технического университета при поддержке Центра инвестиций в окружающую среду провели в 2012 году обширные исследования для определения световых загрязнений. В рамках проекта *Исследования длительных изменений светового загрязнения в Таллинне и определение состояния светового загрязнения в Эстонии на данный момент* также были сделаны измерения

²⁰ Elektrooniline Riigi teataja: Требования к уровню шума, создаваемого применяемым во внешних условиях оборудованием, порядок оценки соответствия измерения уровня и маркировки шума, а также оборудования, используемого во внешних условиях. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13246748>

области влияния светового загрязнения в городе Силламяэ. На рисунке 12 показано соотношение области влияния светового загрязнения и городского населения.

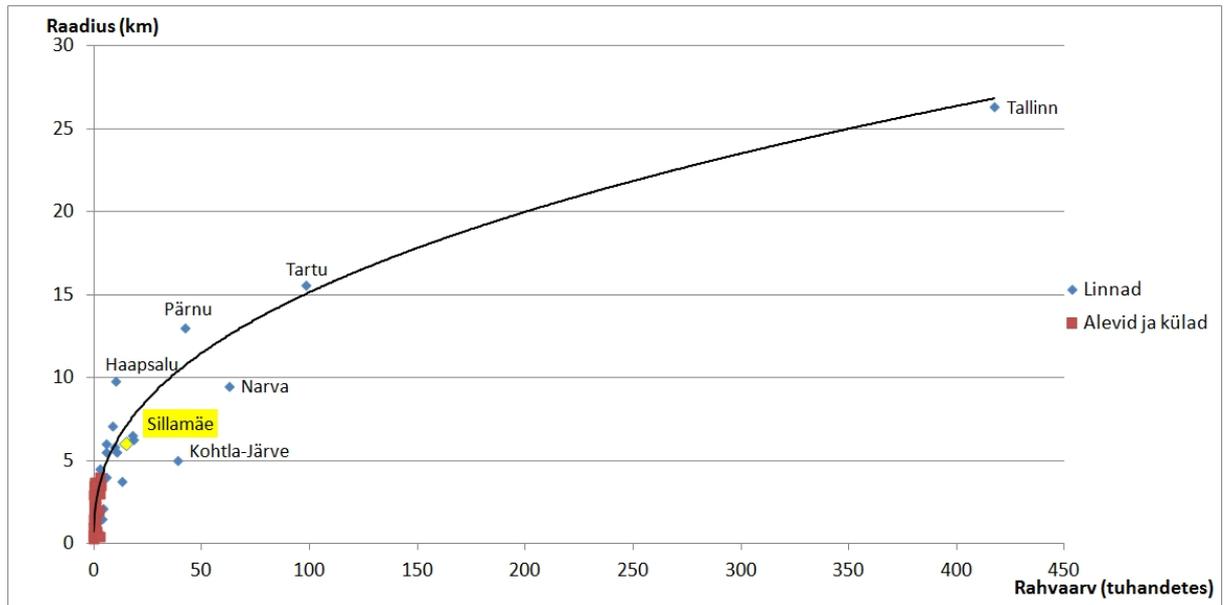


Рисунок 12. Соотношение области влияния светового загрязнения и городского населения

Согласно графику, поселения Ида-Вирумаа имеют более низкий фон, чем многие промышленные и курортные города. По оценке автора работы, данные являются все же предварительными, поскольку на результаты измерений оказывает серьезное влияние погода. На основе графика составлена карта области влияния светового загрязнения на поселения в Эстонии (см рисунок 13).

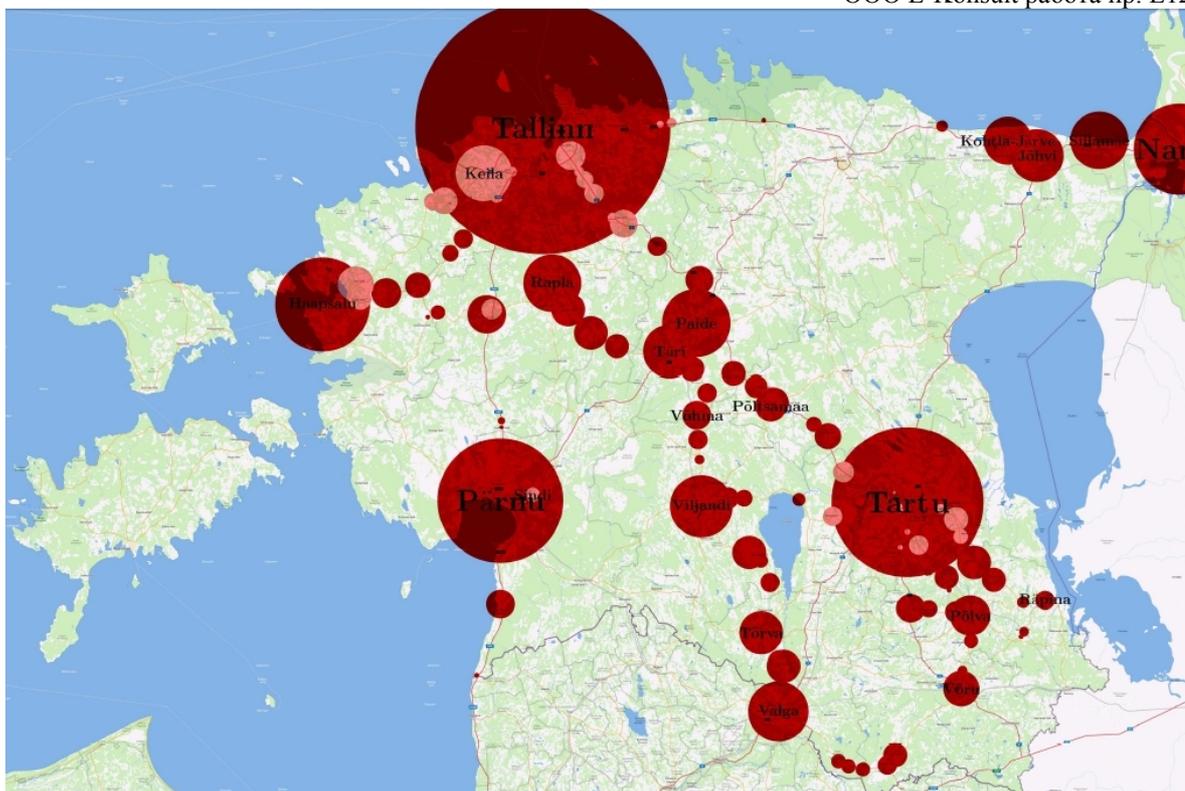


Рисунок 13. Область влияния светового загрязнения на поселения в Эстонии

По мнению автора работы существует большая необходимость в дальнейших исследованиях в области световых загрязнений. В качестве проблемных мест среди прочих приведены порты и ж/д объекты. Влияние распространения световых загрязнений в портах и терминалах, находящихся на территории портов, в Эстонии не исследовано. Поскольку порты расположены на границе двух экосистем, то в этом случае воздействие на природную среду может быть еще больше. Такие масштабные исследования невозможно провести в рамках единичной ОВОС.

При проектировании освещения производственных объектов исходят из стандартов, требования которых не всегда экономичны с точки зрения воздействия на окружающую среду, и поэтому руководствоваться необходимо, прежде всего, требованиями по безопасности.

Тепло

Под тепловым загрязнением понимают выбросы в атмосферу высвободившегося в производственном процессе и не нашедшего повторного применения отработанного тепла в таком объеме, который представляет опасность для окружающей среды или экосистемы. *Проектом* не предусмотрено деятельности, в результате которой в атмосферу было бы направлено отработанное тепло в подобном объеме.

Излучение

Радиационное загрязнение - это увеличение облучения или опасность облучения человека, к которой может привести любая деятельность. Облучение может увеличиться за счет излучения производственных источников или природных радиационных источников, если природные радионуклиды обрабатывают из-за их радиоактивных свойств, свойств расщепляться или ядерного синтеза. *Проектом* не предусмотрено деятельности, которая могла бы повлечь за собой радиационное загрязнение.

7.6. Воздействие на морскую среду, связанной с эксплуатацией Терминала

Сжиженные газы не представляют опасности для водной среды, в случае утечки газ испаряется без остатка и не образует такого загрязнения морской среды, как, например, в случае аварии при обработке нефтепродуктов.

Сжиженные газы, перевозимые на танкерах, не образуют грузовых отходов, которые могли бы в случае злоумышленной халатности или аварии попасть в море и образовать загрязнение. Танкер с полной загрузкой в общем случае не нуждается в балластной воде, поэтому нет необходимости для передачи и обработки опасных балластных вод в порту. По оценке Морского института Тартуского университета, вероятность распространения чужеродных видов, находящихся на корпусе корабля очень мала.

7.7. Воздействие на природоохранные объекты

Производственная территория порта Силламяэ с западной стороны граничит с природной зоной Natura Пяйте и ландшафтным заказником Пяйте (см. рисунок 14). На территории *Терминала* нет природоохранных объектов и объектов защиты старины, поскольку в данном случае имеется дело с новой территорией, сооружаемой в море, которая на глубину 7-10 м заполнена щебнем, песком и суглинком.

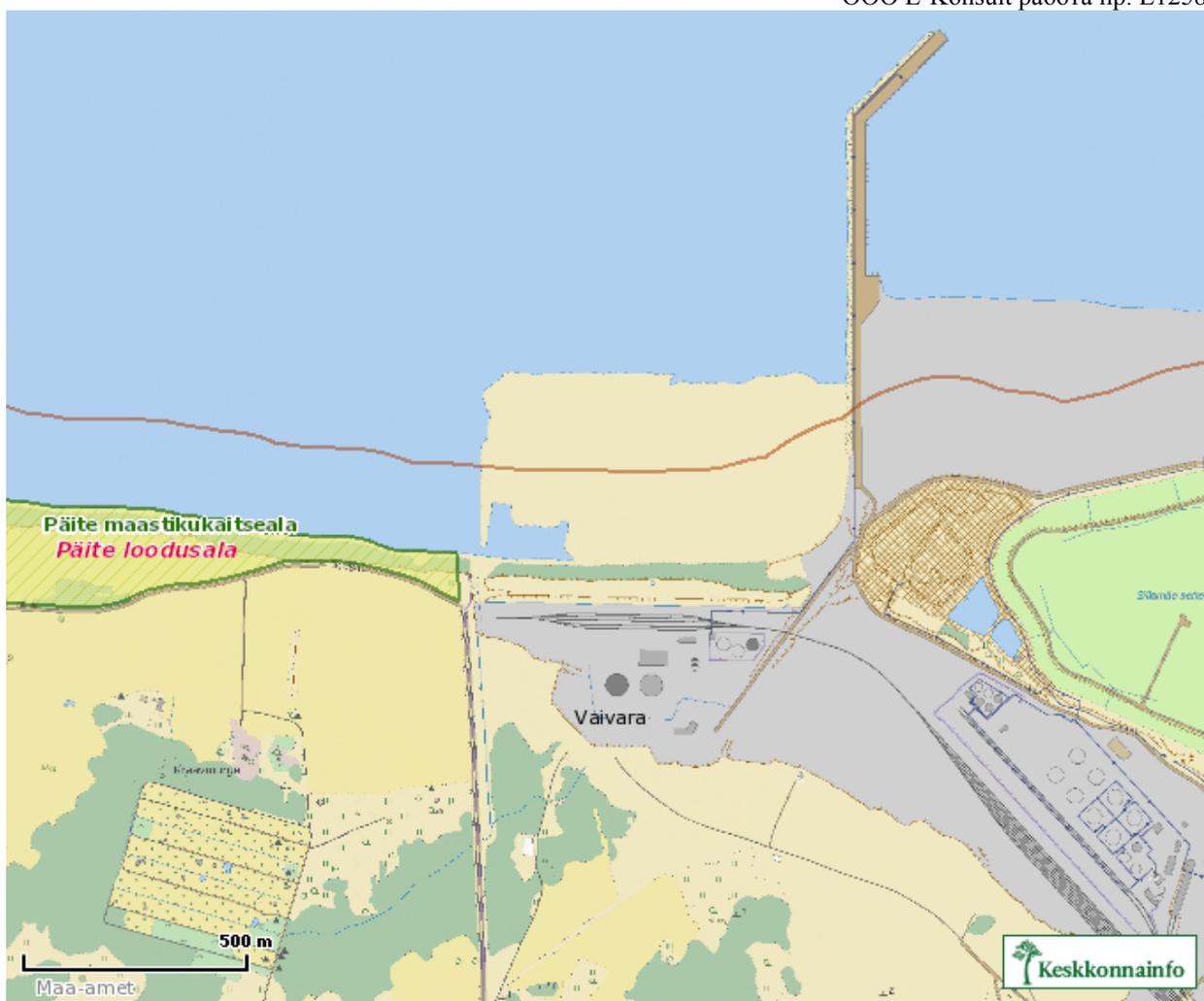


Рисунок 14. Природоохранная зона Пяйте

Природная зона Пяйте была принята под охрану постановлением нр. 615 Правительства Республики от 05.08.2004 *Список регионов, представляемый Европейской Комиссии для включения в сеть Natura 2000*, для охраны указанных в I приложении природной директивы осыпей и лесов с оврагами, являющихся жилой средой обитания (леса на глинтовых берегах) (9180). Площадь суши природной зоны Пяйте составляет 49 га, акватории природная зона не охватывает.

Природоохранная зона Пяйте была взята под охрану и были приняты правила охраны природы Постановлением нр. 195 Правительства Республики от 21 июля 2005 г. Побережье Пяйте взято под охрану как важный тип места обитания в понятии Директивы о природе Natura и место обитания, указанное в директиве Совета Европы 92/43/ЕСС – для защиты осыпей и лесов с оврагами (9180) и обнаженного известняка (8210). Согласно подпункту 320 пункта 2 приложения 1 постановления нр. 615-к Правительства Республики от 05.08.2004 «Список регионов, представляемый Европейской Комиссии для включения в сеть Natura 2000», охранная зона Пяйте

охватывает природную зону, на которой при планировании деятельности необходимо оценить влияние этой деятельности на окружающую среду, учитывая при этом особенности районов сети Natura 2000. Площадь ландшафтного заказника Пяйте составляет 128,1 га, акватории заказник не охватывает. Согласно предписаниям по охране ландшафтного заказника Пяйте, без согласия управляющего ландшафтным заказником запрещается (§ 5 постановления):

- 1) изменять границы и назначение использования земель кадастровых земельных участков;
- 2) составлять программу управления земельными ресурсами и проводить землеустройство;
- 3) выдавать программы лесного хозяйства;
- 4) утверждать уведомление от лесничества;
- 5) утверждать детальные и общие планировки;
- 6) давать согласие на постройку небольших зданий, в том числе, лодочные причалы или мостки;
- 7) выдавать проектировочные условия;
- 8) выдавать разрешение на строительство.

Осыпи и леса с оврагами в понятии природной директивы являются средой обитания первостепенного значения. Распространение данного типа среды обитания в Европе или мире значительно снизилось. За его сохранение ЕС принял на себя особенную ответственность. К месту обитания осыпающихся берегов и овражных лесов (прибрежных лесов) относятся, прежде всего широколиственные леса, где произрастают можжевельник, ясень, липа, клен, ольха серая и клейкая. В этих лесах также существует богатый видами нижний слой растительности, так как в различных частях осыпающегося побережья есть самые разнообразные условия для его произрастания: если в верхней части летом земля может местами просохнуть, то внизу влияние оказывает известняковая стена и вытекающий из нее источник²¹.

К типу среды обитания обнаженного известняка относятся обнаженный известняк и растительность, произрастающая в расщелинах. Такие оголения существуют на глинте,

²¹ Признанные в Европе места обитания в Эстонии. Министерство окружающей среды Эстонии. 2004

где до известняковой стены не достигают штормовые волны, также в каньонах рек и в глубине Западно-эстонского глинта²².

Влияние на окружающую среду во время строительства и/или эксплуатации *Терминала* выражается через шум, загрязнение атмосферного воздуха и опасные риски. Вероятные уровни шума и загрязнения экосистемы не достигают своих опасных значений. Для уменьшения опасных рисков в ОВОС приведены методы по снижению рисков (см. главу 9.1). Главный фактор, позволяющий защитить благоприятную среду обитания для обоих охраняемых видов, - это режим влажности и его сохранение. Эксплуатация *Терминала* не влияет на режим влажности ландшафтного заказника Пяйте. Планируемые работы или виды деятельности, связанные со строительством и эксплуатацией *Терминала*, не противоречат предписаниям по охране ландшафтного заказника Пяйте. Управляющий ландшафтным заказником и регион Виру Департамента по окружающей среде вовлечены в процесс принятия решений по ОВОС. Планируемая деятельность, сооружение *Терминала* и его эксплуатация, не оказывают воздействия на природные объекты, находящиеся под охраной.

Необходимые работы по засыпке акватории для образования территории *Терминала* происходят согласно разрешению на специальное водопользование нр. L.VV/320207, выданному АО Sillamäe Sadam Министерством окружающей среды 11 апреля 2011 г. В ходе данной ОВОС не проводится оценка вероятного влияния на морскую среду работ, производящихся на основании полученного разрешения на специальное водопользование, поскольку согласно утверждениям Закона о водопользовании, вероятные воздействия должны быть определены до выдачи разрешения. В качестве лица, принимающего решение, Министерство окружающей среды было убеждено в безопасности проводимых работ для окружающей среды.

7.8. Влияние на здоровье людей, благосостояние и недвижимость

Для сохранения здоровья людей законодательством утверждены предельные значения для многочисленных факторов окружающей среды, в т.ч. для атмосферного воздуха и шума.

В ходе проведения ОВОС было проанализировано воздействие строительства *Терминала* и его последующей эксплуатации на уровень шума и качество атмосферного воздуха (см. главы 7.4 и 7.2). Из результатов оценки видно, что уровень шума в жилых районах города Силламяэ не повысится. Результаты дисперсионных расчетов и расчетов по

²² Признанные в Европе места обитания в Эстонии. Министерство окружающей среды Эстонии. 2004

загрязнению воздуха показали, что воздействие *Терминала* на качество атмосферного воздуха в районе Силламяэ незначительно, и деятельность *Терминала* не приведет к превышению предельных значений для качества атмосферного воздуха. Также обработка LNG и LPG не приводит к распространению в атмосферном воздухе соединений с неприятным и раздражающим запахом (сульфида углерода и меркаптана), поскольку при промышленной обработке эти газы не содержат серных соединений. Серные соединения добавляются в LPG до поступления газа в розничную продажу для обнаружения утечки газа в домашнем хозяйстве.

В ходе ОВОС невозможно оценить возможное влияние планируемой деятельности на здоровье каждого конкретного человека. Простая и единая методика общей оценки состояния здоровья для определения важности различных стрессовых факторов и их совместного влияния отсутствует. Сделать заключение о состоянии здоровья человека может опытный специализированный врач после основательного исследования. Делать какие-либо общие выводы о влиянии всех видов планируемой деятельности на здоровье людей, проживающих в вероятной области воздействия, неверно. Также все данные, касающиеся здоровья людей, являются деликатными, и в ходе открытого делопроизводства стороны не обладают правом на сбор, обработку, оценку и обнародование таких данных.

Терминал относится к категории А предприятий с опасным производством. Опасные риски, связанные с деятельностью предприятия, в комплексе оценены в разделе 8 данной ОВОС. Согласно первоначальной оценке рисков, вероятность возникновения серьезной аварии в *Терминале* мала, и ее последствия не дойдут до жилых районов города Силламяэ. В опасной зоне *Терминала* находятся многие предприятия, действующие в порту Силламяэ (см. рисунки 38-45), и теоретический риск для жизни и здоровья работающих там людей, а также для имущества предприятий, возрастает. Аварии помогает предотвратить выбор современной качественной технологии и оборудования, высокая рабочая культура, а также претворение в жизнь системы обеспечения безопасности. Ответственность за данные мероприятия лежит на разработчике. Согласно разделу 1 § 13 *Закона о химикалиях*, для возмещения возможного ущерба владелец предприятия с опасностью возникновения крупных аварий должен застраховать свою ответственность за ущерб, который может возникнуть вследствие крупной аварии при обработке химикалий. Страховщик должен определить разумную сумму страхования, учитывая при этом связанное с обработкой химикалий место деятельности, количество и

способ обработки химикалий, область распространения возможных повреждений и прочие обстоятельства. Сумма страхования должна быть достаточной, чтобы покрыть по крайней мере прямое нанесение ущерба имуществу и здоровью, а в случае телесных повреждений и смерти - также потерю дохода. Сумма страхования не должна быть менее 400 000 евро. В случае отсутствия страховки, принимающий решение может запретить, ограничить или приостановить деятельность предприятия с опасным производством.

7.9. Кумулятивное воздействие

Термин кумулятивного воздействия на окружающую среду²³ включает в себя косвенное влияние, кумулятивное влияние и совместное влияние. Различные определения трех указанных факторов в той или иной степени перекликаются. В практике оценки влияния на окружающую среду все три фактора определяются одним и тем же термином – кумулятивное воздействие, что по существу оправдано, поскольку кумулятивный аспект одинаково присущ всем трем видам воздействия на окружающую среду.²⁴

В результате деятельности уже действующих в районе порта Силламяэ предприятий, в атмосферном воздухе содержится много оксидов азота и углерода. Новые, планирующие свою деятельность предприятия должны учитывать этот факт, а также выбирать свою производственную технологию и производственные объемы таким образом, чтобы совместная деятельность предприятий не приводила бы к превышению предельных значений концентраций загрязняющих веществ.

В дисперсионных расчетах было учтено совместное влияние схожих с *Терминалом* источников загрязнения, находящихся в непосредственной близости с районом *Терминала*. Исходные данные по источникам загрязнения были получены из разрешения на выбросы в атмосферный воздух.

В результате работы выяснилось (см. рисунки 15-17), что концентрации диоксида азота и оксида углерода при совместном влиянии всех источников загрязнения данного района остаются ниже предельных значений. Максимальный уровень летучих органических

²³ Кумулятивное влияние (комплексное воздействие) – суммарное воздействие единичных, отдельно действующих факторов, например, одновременное воздействие различных программ и проектов, осуществляемых в одно и то же время. Данный термин используют при оценке рисков, связанных с деятельностью человека, которая может представлять опасность для природной среды и здоровья человека, при стратегической оценке влияния на окружающую среду, а также при оценке влияния на области Natura 2000. – Источник: Толкования терминов, связанных с бережливым развитием (словарь); см. http://www.seit.ee/sass/?%20ID=1&L_ID=540

²⁴ Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. Autorid: L. J. Walker, J. Johnston. EC DG XI Environment, Nuclear Safety & Civil Protection, NE80328/D1/3, May, 1999, vt <http://ec.europa.eu/environment/eia/eia-studies-and-reports/guide.pdf>

соединений из источников загрязнения *Терминала* составляет всего лишь 0,025 $\mu\text{г}/\text{м}^3$, что по сравнению с расположенными в порту нефтяными терминалами, практически незначительно. Воздействие *Терминала* на качество воздуха в районе Силламяэ довольно мало и деятельность *Терминала* не влечет за собой превышения предельных значений качества атмосферного воздуха.

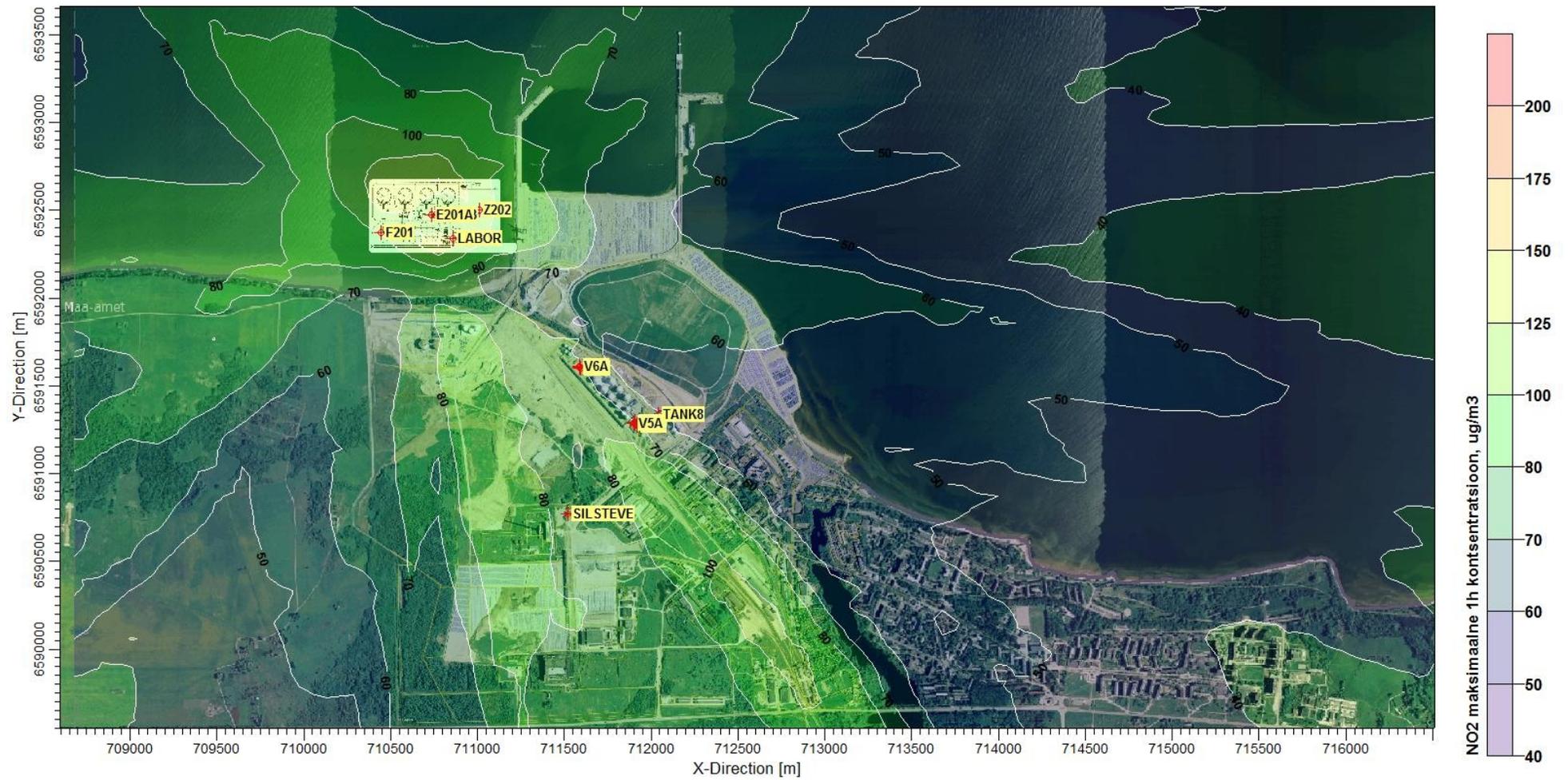


Рисунок 15. Среднечасовая концентрация диоксида азота, если работают все источники загрязнения региона

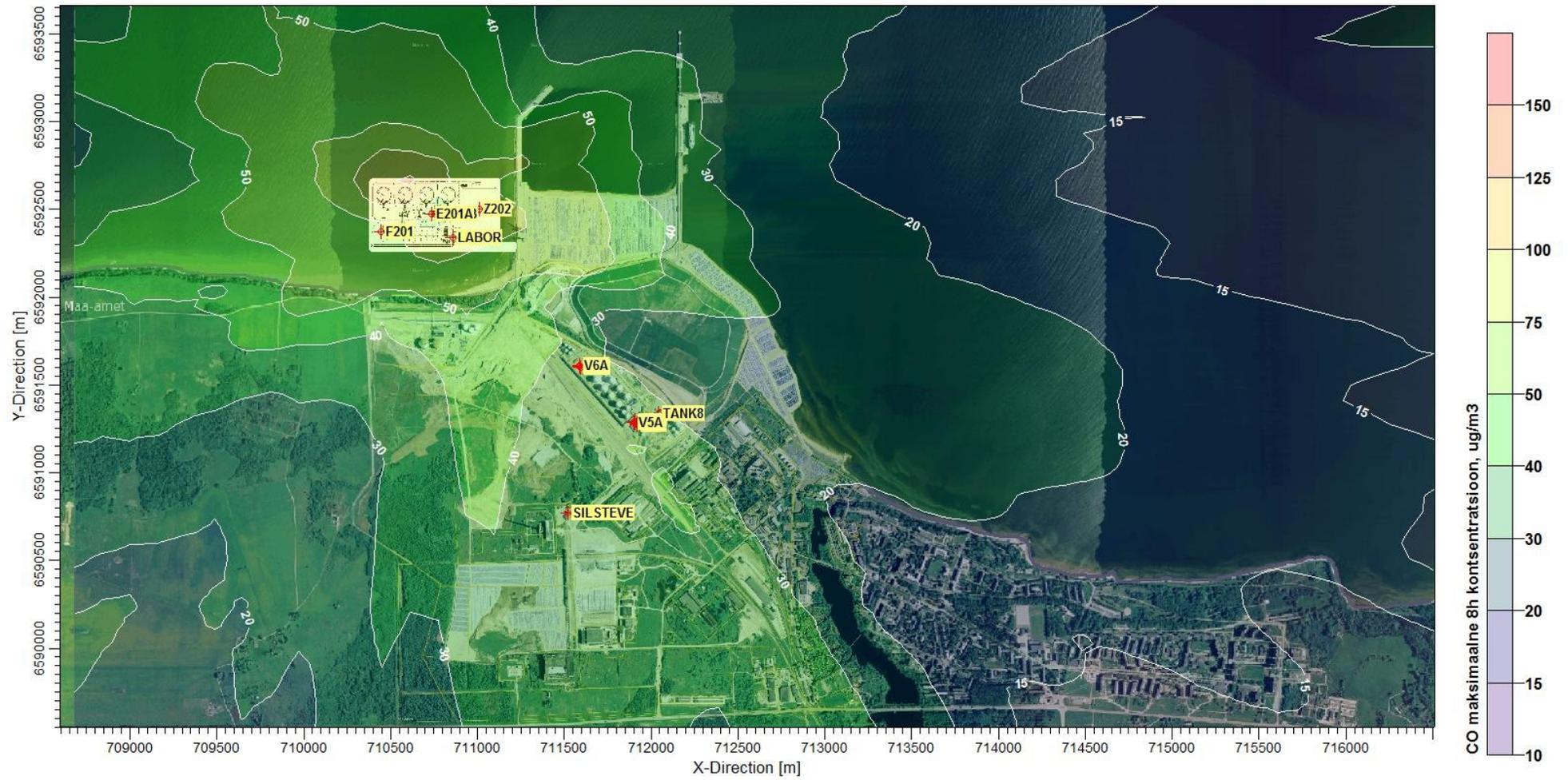


Рисунок 16. Средняя концентрация оксида углерода за 8 часов, если работают все источники загрязнения региона

В трактовке опасных рисков используется понятие эффекта домино. Эффект домино означает наступление кризисной ситуации на соседнем объекте вследствие произошедшей аварии. В результате анализа рисков (см. раздел 8) выяснилось, что возможность эффекта домино не исключена. Наибольшая вероятность эффекта домино существует у близлежащих предприятий и существующего продуктового трубопровода АО ВСТ (см. рисунок 43). Образовавшийся эффект домино послужил бы причиной очень тяжелых последствий на соседних предприятиях. В случае разрушения продуктового трубопровода с аммиаком опасная зона может протянуться на несколько километров. Для того, чтобы избежать риска возникновения эффекта домино, разработчик должен проводить совместную работу по обмену соответствующей информацией, а также по информированию общественности и соседних объектов. Для уменьшения опасности крупных аварий предприятия в своих отчетах по безопасности и планах реагирования в кризисных ситуациях должны учитывать характер аварии и область ее распространения, а также информировать общественность и учреждения, которые отвечают за подготовку и составление планов реагирования в кризисных ситуациях.

8. Предварительный рисковый анализ

Целью предварительного анализа рисков (далее *рисковый анализ*) является определение возможных кризисных ситуаций в планируемом терминале на территории порта Силламяэ, а также оценка вероятности их возникновения и тяжесть последствий.

8.1. Описание методики рискового анализа

При составлении рискового анализа руководствовались основными положениями постановления нр. 28 Правительства Республики *Требования, предъявляемые к обязательной документации и ее составлению для предприятий с опасным производством и риском возникновения крупных аварий, а также к информации, подлежащей обнародованию и оповещению об аварии*, которые являются важными на данном этапе:

1. Описание применяемой методики рискового анализа
2. Определение общих видов опасности (в зависимости от обрабатываемых химикалий).
3. Описание сценария возможных аварий (также приводятся условия, при которых наступление аварии становится возможным).
4. Оценка вероятности наступления аварии.
5. Описание и оценка тяжести последствий аварии и области их распространения (приводится также план района, который может быть подвергнут воздействию аварии).
6. Описание рекомендаций по предотвращению аварий (описание технологических параметров и средств для обеспечения безопасности).

В данном рисковом анализе использовались различные методологии, такие как MIMAH (*Methodology for the Identification of Major Accident Hazards*) и MIRAS (*Methodology for the identification of reference accident Scenarios*) - инструменты, разработанные на основе методологии ARAMIS²⁵ (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries*). ARAMIS -

²⁵ <http://mahb.jrc.it/index.php?id=447>

это метод оценки рисков, составленный на основании требований директивы Seveso II²⁶. С помощью методологии МИМАН определяются главные опасности, исходящие от предприятия, и причины их возникновения, а с помощью MIRAS определяются потенциальные и приоритетные сценарии аварии.

По методологии МИМАН определяют исходящую от предприятия опасность крупных аварий. Для каждого вида производства определяют максимально опасный потенциал, который означает, что под понятием «опасности крупной аварии» следует понимать самый худший сценарий аварии на данном производстве, при условии, что системы безопасности (в т.ч. системы управления) не установлены или же неэффективны.

Главный подход, на котором основывается МИМАН, - это метод „bow-tie“ (т.н. галстук-бабочка) (рисунок 18). Этот подход содержит в себе широко известные и применяемые методы FTA и ETA (дерево отказов и дерево событий).

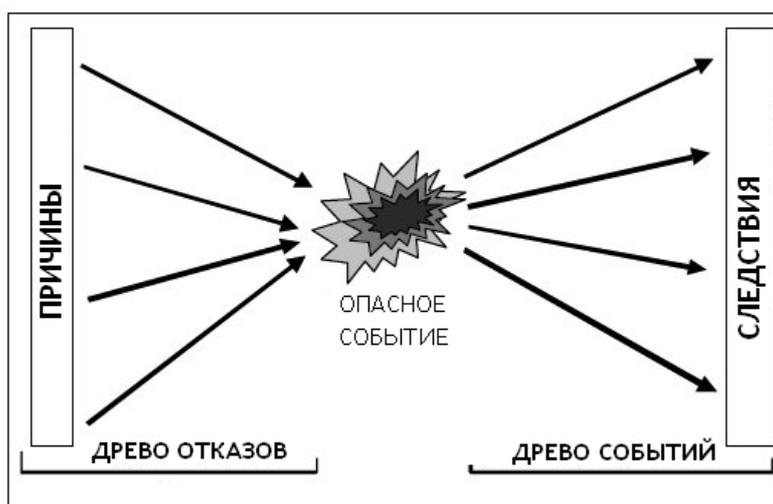


Рисунок 18. Метод bow-tie МИМАН

После определения главных опасностей, исследуют причины и вероятности наступления аварии по методу MIRAS. Конечной целью MIRAS является определение реалистичных и приоритетных сценариев крупных аварий. Для выявления таких сценариев используют матрицу рисков, в которой учитывают частоту, с которой наступает тот или иной сценарий аварии (количество и качество), и предполагаемую тяжесть последствий. Описание матрицы рисков приведено в параграфе 8.1.1.

8.1.1. Матрица рисков

Для определения приоритетных и реалистичных сценариев различные виды происшествий, которые могут привести к аварийной ситуации, заносят в матрицу рисков (рисунок 19). В данном рисковом анализе применяется матрица с тремя зонами (зеленая, желтая и красная). При определении учитывается вероятность события и его возможные последствия.

В ер оя т н ос ть	P1					Очень тяжкие последствия
	P2					
	P3					Средние последствия
	P4					
	P5					Незначительные последствия
	P6					
	P7					
			Незначительные C1	Легкие C2	Тяжелые C3	Очень тяжкие C4
Степень тяжести последствий						

Рисунок 19. Матрица рисков

Характеристика зон риска:

- **Зеленая зона** (незначительные последствия) соответствует такому происшествию, вероятность которого очень мала и/или последствия которого в реальности не столь серьезны.
- **Желтая зона** (средние последствия) соответствует крупной аварии со средней тяжестью последствий, вероятность происшествия которой средняя.
- **Красная зона** (очень тяжкие последствия) соответствует довольно серьезной аварии с тяжкими последствиями, вероятность которой очень велика.

Вероятные последствия крупных аварий оценивают согласно методике ARAMIS на основании двух критериев риска: влияние на человека и воздействие на окружающую

среду. Последствия каждого из критериев определяют в группы согласно степени тяжести последствий. Используют четыре степени тяжести (C_1, C_2, C_3, C_4).

Характеристика степени тяжести критериев последствий аварии, используемых в рисковом анализе, приведена в таблице 14.

Таблица 4. Характеристика степени тяжести критериев последствий аварии

Последствия		Степень тяжести
Воздействие на людей	Воздействие на окружающую среду	
Повреждения отсутствуют или легкие единичные повреждения	Отсутствует, никакие действия не применяются	C_1
Получившие повреждения нуждаются в госпитализации более чем на 24 часа	Серьезный вред для окружающей среды, вмешательство спасательной команды предприятия	C_2
Люди с тяжкими повреждениями или погибшие на территории предприятия. Люди, получившие тяжкие повреждения за пределами территории предприятия	Серьезные повреждения за пределами территории предприятия, привлекаются местные и государственные спасательные ресурсы	C_3
Люди с тяжкими повреждениями или погибшие за пределами территории предприятия	Невосстановимый ущерб для окружающей среды за пределами территории предприятия, необходимость в международной помощи	C_4

Таблица 5. Таблица вероятности последствий аварии

Обозначение	Вероятность
P1	10^{-2} /в год
P2	10^{-3} /в год
P3	10^{-4} /в год
P4	10^{-5} /в год
P5	10^{-6} /в год
P6	10^{-7} /в год
P7	10^{-8} /в год и >

Риски, находящиеся в желтой и красной зонах, являются приоритетными и главными, требуют особого внимания, и их необходимо учитывать. Риски, находящиеся в зеленой зоне, сведены на необходимый уровень.

8.1.2. Параметры опасных зон

В анализе рисков использовалось приложение постановления нр. 28 Правительства Республики от 17.02.2011 *Требования, предъявляемые к обязательной документации и ее составлению для предприятий с опасным производством и риском возникновения крупных аварий, а также к информации, подлежащей обнародованию и оповещению об аварии*, в котором определены применяемые в рисковом анализе параметры опасных зон аварий (см. таблицу 6).

Таблица 6. Параметры опасных зон аварий и общая характеристика

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей) бар	Избыточное давление (опасность для сооружений) бар	Кратковременное (до 20 сек) тепловое излучение кВт/м ²		Среднее (до 100 сек) тепловое излучение кВт/м ²	Длительное (более 15 мин) тепловое излучение кВт/м ²
			Опасность для людей	Опасность для сооружений	Опасность для людей	Опасность для сооружений
Крайне опасная зона	1,5	0,35	25	37	17	15
Очень опасная зона	0,8	0,17	10		8	
Опасная зона	0,24	0,03	8		4	

Крайне опасная зона – в результате аварии в данной зоне вероятность гибели людей 50%, разрушение сооружений составляет более 50% от их объема. Расстояние от опасного объекта до внешней границы крайне опасной зоны равняется радиусу **R_e** этой зоны.

Очень опасная зона – в результате аварии могут погибнуть люди и вероятность разрушений и повреждений зданий составляет 1-49% от их объема. Расстояние от опасного объекта до внешней границы очень опасной зоны равняется радиусу **R_v** этой зоны.

Опасная зона – в результате аварии может быть нанесен вред здоровью людей, а также могут иметь место легкие разрушения и повреждения зданий. Расстояние от опасного объекта до внешней границы опасной зоны равняется радиусу **R₀** этой зоны.

8.2. Определение общих видов опасности

Предприятие планирует хранение LNG и LPG.

Согласно постановлению нр. 40 министра экономики и коммуникаций *Нижняя граница опасности химикалий и предельное содержание опасных химикалий, а также порядок определения категории опасности предприятия с опасным производством*, планируемое предприятие относится к категории А предприятий с опасным производством (см. таблицу 7).

Таблица 7. Определение категории опасности

Химикалии	Мах возможное количество, м ³	Q, т	Группа химикалий	Q _а , т	Q _{кв} , т	Q _{кА} , т	Категория опасности предприятия
LPG (пропан и бутан)	32 000	13088 т пропана или 18272 т бутана	II	5	50	500	Категория А предприятия с опасным производством
LNG	640 000	300 800 т					

8.2.1. Опасности LNG²⁷

Общая характеристика

Сжиженный газ представляет собой смесь газов, большую часть которой образует метан CH₄ (обычно 95%–97%), и в меньшей степени – этан C₂H₆, пропан C₃H₈, бутан C₄H₁₀ и

²⁷ При описании опасностей LNG были использованы: риски автомобильного транспорта и анализ спасательных работ на примере аварии транспорта, перевозившего сжиженный газ, в волости Kasepää. Margo Klaos (директор Южно-Эстонского спасательного центра), Kuido Kriisa (руководитель бюро планирования Южно-Эстонского спасательного центра). Редакция Академии Внутренней обороны 2010 (9), Таллинн.

прочие более тяжелые компоненты. Состав природного газа различается в зависимости от местности.

Природный газ сжижают при атмосферном давлении при температуре -162°C , при этом объем газа уменьшается приблизительно в 600 раз.

В различных смесях плотность сжиженного природного газа и его температура кипения несколько отличаются. Согласно информации в картах безопасности, температура кипения в общем случае меняется от $-161,5^{\circ}\text{C}$ до $-162,2^{\circ}\text{C}$. Особую опасность при обработке сжиженного природного газа представляют собой его физические и химические свойства. Дело имеется с бесцветным, не ядовитым и не разъедающим веществом без запаха, которое легче воды. Тем не менее, природный газ все же представляет опасность для здоровья, поскольку при большой концентрации он сильно снижает содержание кислорода в воздухе. Это приводит к кислородному голоданию или асфиксии у человека – появляется сонливость, усталость, потеря координации, и в конце концов человек теряет сознание.

Еще одно обстоятельство, которое делает природный газ опасным, это то, что в газообразном состоянии он неразличим человеком. Для обнаружения утечек в природный газ, поступающий к потребителю, добавляют одоранты.

Наибольшую опасность представляют собой чрезвычайно высокая температура горящего газа и крайне низкая температура не горящего газа, который при контакте повреждает как живые ткани, так и оборудование.

Как только сжиженный газ выходит из резервуара, он тотчас же начинает нагреваться, переходя из сжиженного состояния в газообразное. Сперва образующийся газ тяжелее окружающего воздуха (плотность пара 1,7); на месте вытекшей лужи появляется облако пара. В случае крупномасштабной утечки плотность смеси воздуха с газом в течение некоторого времени несколько больше плотности более теплого воздуха, который окружает смесь. И при тихом ветре или инверсии эта смесь может быть отнесена на довольно большое расстояние прежде, чем облако разредится ниже границы возгорания смеси. При дальнейшем нагревании газа и увеличении температуры свыше -110°C , газ становится легче воздуха и, смешиваясь с ним, начинает растворяться в окружающей среде. По сравнению с температурой окружающей среды, температура кипения сжиженного газа крайне низкая (-162°C), поэтому в случае утечки происходит очень быстрый переход сжиженного газа в газообразное состояние. Многие исследователи

прогнозируют, что при быстром высвобождении 10 000 тонн сжиженного природного газа в окружающую среду, полный переход газа в паровую фазу происходит примерно за 5 минут.

Опасность воспламенения

Хотя негорючее газовое облако может привести к обморожению и через асфиксию - к многочисленным биологическим повреждениям, самой большой опасностью для людей и недвижимости является воспламенение газового облака и сопутствующий ему пожар. По сравнению с прочими горючими жидкостями, пары сжиженного природного газа сложнее воспламенить из-за довольно узких границ возгорания газа. Верхняя и нижняя граница возгорания природного газа при температуре 25°C соответственно 5–15%. Если концентрация газа ниже 5%, то он не может гореть из-за недостаточного количества горючего вещества. Если концентрация газа превышает 15%, то газ не может гореть из-за недостатка кислорода.

Для того, чтобы сжиженный природный газ воспламенился, он должен высвободиться из резервуара, выпариться, перемешаться с воздухом, образуя при этом опасную для возгорания концентрацию, и вступить в контакт с источником возгорания. Многие исследователи полагают, что воспламенение газового облака может иметь место в случае каждой большой утечки газа, однако вероятность данного события мала. С одной стороны, это объясняется довольно узкими границами воспламенения, а с другой стороны, нагревшаяся газовая смесь значительно легче воздуха и быстро рассеивается в атмосфере. Тем не менее, при определенных погодных условиях, огнеопасная низкотемпературная газовая смесь может продвинуться довольно далеко и по земле. В зависимости от низкой температуры исходящих газов, рассеивающееся газовое облако ведет себя как тяжелый газ и, конденсируя находящийся в воздухе водяной пар, образует белый туман. В ходе спасательных работ при оценке опасности воспламенения газа очень важно знать, что при влажности воздуха более 55% газовое облако становится видимым в промежутке между нижней и верхней границами воспламенения. Если влажность воздуха ниже, то газовое облако в огнеопасной концентрации может быть невидимым.

В случае утечки взрывоопасных газов, одним из наиболее важных показателей является расстояние, на которое протянется облако за то время, пока его концентрация упадет до нижней границы возгорания. Чем дальше протянется облако, имеющее концентрацию в пределах возгорания, тем с большей вероятностью оно возгорится.

Если на месте утечки загорится большая лужа сжиженного газа, то она будет гореть пока весь газ не будет охвачен горением. В таких случаях нецелесообразно, да и не всегда возможно потушить такой большой пожар, за исключением тех случаев, когда удастся остановить наплыв горючего вещества. Если газовое облако, имеющее концентрацию в пределах возгорания, загорается где-то издали, то пламя начнет двигаться от фронта в сторону места утечки. Скорость распространения возгорания невелика (приблизительно 2 м/с).

Горение, возникшее из-за утечки сжиженного природного газа, обычно происходит очень быстро, и тепло, которое выделяется при горении, очень интенсивно. Поэтому вне зависимости от размеров, пожар может быть смертельным или стать причиной тяжелых ожогов для каждого, кто находится вблизи, а также может воспламенить находящиеся поблизости горючие материалы. При возгорании газового облака в опасности прежде всего те люди, которые находятся снаружи зданий в тот момент, когда газовая смесь достигает границы возгорания. Повреждения происходят по следующим причинам: а) кратковременный очень высокий поток теплового излучения горящего газового облака; б) прямой контакт с пламенем; в) ожоги от загоревшейся одежды; г) вдыхание горячих газов.

Опасность взрыва

Взрыв может иметь место в том случае, если за бесконтрольным высвобождением вещества следует возгорание. Это возможно в случае разрушения резервуара или его прокола. Учитывая обстоятельство, что сжиженный природный газ в резервуаре находится под атмосферным давлением (т.е. не сжат), то разрушение цистерны не приводит к моментальному взрыву. Природный газ имеет более низкую способность к реагированию, чем другие виды топлива, поэтому взрыв менее вероятен, чем в случае с водородом, пропаном или этиленом. В сжиженном состоянии природный газ не горит и образует взрывов, и в общем случае, пары природного газа при последующем после утечки воспламенении образуют только горящее газовое облако. Опасность взрыва выше, если воспламенившееся газовое облако находится в ограниченном или закрытом пространстве. В таком случае опасность взрыва реальна, если перемешавшись с воздухом, газовое облако приобретает огнеопасную концентрацию и соприкасается с источником возгорания. Также опасность взрыва высока, если резервуары в течение длительного времени прогреваются или если в случае пожара пламя непосредственно коснется резервуаров. В такой ситуации из-за повышения температуры происходит быстрое

испарение и рост давления приводит к разрушению резервуара. В результате высвобождается все содержимое резервуара, которое воспламеняясь, образует большое горящее газовое облако.

Опасность обморожения

Исключительным свойством сжиженных газов является их крайне низкая температура. При соприкосновении со сжиженным газом и его парами повреждения получают как живые ткани, так и большинство металлов, которые становятся хрупкими (происходит холодное охрупчивание, т.е. снижение ударпрочности). Резина и многие металлы (например, сталь) при падении температуры склоняются к хрупкому разрушению. В случае различного оборудования и транспортных средств, самым слабым местом являются шланги и трубы, находящиеся под давлением; подвижные части, к которым прикладывают усилие (вентили и т.д.); сварные швы стальных конструкций.

В силу крайне низкой температуры сжиженный природный газ очень опасен для человека. Если человек во время утечки соприкасается с низкотемпературным газом, то место контакта замерзает. Более всего опасности подвергаются кожа и легкие, которым могут повредить вдыхаемые холодные пары. Персонал, находящийся в опасной зоне, и спасательная команда должны надевать специальные средства защиты, которые отвечают крайне низкой температуре и защищают тело и дыхательные пути. При соприкосновении со сжиженным газом или остуженным металлом повреждения на кожных покровах образуются быстрее, чем при контакте с холодным газом. В случае реального соприкосновения необходимо учитывать, что вязкость криогенных жидкостей очень низкая. Это означает, что проникновение таких жидкостей через пористый материал или одежду происходит быстрее, чем в случае, например, с водой.

8.2.2. Опасности LPG²⁸

Помимо LNG ООО Sillgas планирует также обработку сжиженного пропана, бутана и их смесей, которые называются сжиженными нефтегазами (LPG - *liquefied petroleum gas*).

Пропан и бутан, а также их смеси являются особо огнеопасными газами. Химикалии не ядовиты, но в случае вдыхания высококонцентрированные газы оказывают наркотическое действие.

²⁸ ОВОС месторасположения терминала LPG АО Nord Gas в Силламяэ. ООО E-Konsult работа нр. E1145. 2008

Общая характеристика

Сжиженный газ, который получают путем переработки нефтяных газов, содержит в основном насыщенный углеводородом пропан, бутан и изобутан, и в меньшей степени – ненасыщенный углеводородом пропен и бутен.

В стандартных условиях */+ 20°C/* сжиженный газ находится в газообразном состоянии */температура кипения пропана 42°C и бутана 0,5°C/*, однако уже при относительно небольшом увеличении давления переходит в жидкое состояние. Если давление снизить, то сжиженный углеводородный газ легко перейдет в газообразное состояние, т.н. паровую фазу. Благодаря указанному свойству, эти газы можно транспортировать и хранить в сжиженном состоянии в различных резервуарах и баллонах, а также перекачивать по трубопроводу как остальные жидкости.

Согласно стандарту, в сжиженном состоянии при температуре 20°C пропан и бутан имеют плотности соответственно 409 кг/м³ и 571 кг/м³. Т.е. объем одной тонны пропана и бутана соответственно 2,4 м³ и 1,8 м³.

Газообразные углеводороды имеют большую плотность, которая значительно превышает плотность воздуха */плотность пропана относительно воздуха 1,5...1,6 и бутана 2,05/*; они проникают в атмосферу относительно медленно, температура возгорания по сравнению с большинством других горючих газов относительно мала */точка пламени пропана < - 42°C и бутана – 60°C/*; границы взрыва при смешивании с воздухом также небольшие */зона взрыва пропана составляет 2,1...11,0 (% от объема), бутана – 1,5... 8,5(% от объема)/*; эти газы можно конденсировать путем снижения температуры до точки росы или увеличением давления.

В сжиженном состоянии данные газы имеют большой коэффициент расширения, высокое давление пара, растущее с увеличением температуры, и относительно маленькую плотность по сравнению с водой.

Огне- и взрывоопасность

В случае пожара или взрыва, сжиженный газ становится опасным для жизни людей, а также для окружающих строений и оборудования.

В случае контролируемого горения газа его пламя бесцветно (образующиеся газы CO₂ и водяной пар имеют цвет), при свободном горении помимо вышеуказанного также образуются продукты неполного сгорания (CO, ничтожно малые частицы углеводорода, а

также обусловленные добавками горючие газы), которые придают пламени цвет от желтоватого до черного.

Взрыв может произойти при перемешивании газа с воздухом (**NB!** Наличие источника возгорания) в ограниченном помещении: производственное помещение, подвал, канал, резервуар и пр. При горении смеси в этих условиях, горючие газы нагреваются (температура пламени превышает 2000°C) и расширяются, моментально образуя высокое давление, которое разрушает строительные конструкции. Горячие газы образуют очаги пожара. При взрыве смеси газа и воздуха, скорость распространения огня достигает нескольких сот метров в секунду (по сравнению с LNG скорость намного выше). Данное обстоятельство необходимо учитывать, если взрыв происходит на открытом пространстве (территория предприятия).

Пламя сжиженного газа высокой температуры /температура пламени пропана 2155°C и пламени бутана 2130°C/ причиняет сильные ожоги на незащищенном теле даже при кратковременном воздействии (от доли секунды до нескольких секунд). При длительном воздействии пламени строения из горючих материалов воспламеняются, из негорючих (стальные или ж/б конструкции) – могут разрушиться. Незащищенные стальные конструкции могут обрушиться в течение 15– 20 минут.

Находящийся в газообразной фазе сжиженный газ может взорваться только при определенной концентрации при смешивании с воздухом, в промежутке между т.н. нижней и верхней границей взрыва /диапазон взрыва пропана 2,3...9,4 (% от объема), бутана 1,8...9,1 (% от объема)/. С увеличением температуры границы взрыва (возгорания) расширяются, а при температуре, превышающей температуру возгорания газо-воздушной смеси, газ горит при любом объемном соотношении.

Сжиженный газ тяжелее воздуха и в случае просачивания (утечки) он расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.). Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места утечки. Пламя, возникшее на месте возгорания газа, очень быстро продвигается (несколько сотен метров в секунду) к месту утечки, в результате чего на обширном пространстве вспыхивает огонь и образуются горячие теплотворные газы.

Газообразному состоянию вещества сопутствуют специфические опасности.

Опасность возникает в том случае, когда находящиеся под давлением резервуары/цистерны оказываются в зоне пожара. Такая ситуация может произойти в

случае дорожной аварии, когда из-за утечки топлива происходит возгорание. В резервуарах со сжиженным газом (ж/д цистерны, автоцистерны и пр.) более тяжелая жидкая фаза находится на дне резервуара, а газообразная - над жидкостью. Обязательная вентиляция в случае пожара не всегда в состоянии справиться с увеличением внутреннего давления. Ослабленная конструкция и увеличение внутреннего давления в совокупности приводят к разрушению резервуара, а также к мгновенному высвобождению и возгоранию паров (газа). Это явление называется взрывом увеличившегося в объеме пара кипящего сжиженного газа (далее BLEVE) (англ. BLEVE *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*).

Когда пламя уже затрагивает кожух цистерны/резервуара, то возникает опасность BLEVE. Если цистерну/резервуар не охладить как следует, то в структуре металла образуются нарушения уже в течение 20...30 минут. Основная тактика пожаротушения заключается в том, чтобы направить струю воды в наиболее разрушенные места, верхнюю часть цистерны/резервуара (область газообразной фазы), и в место, где пламя соприкасается с цистерной/резервуаром. Эффективное охлаждение происходит при количестве воды 2 300 л/мин.

Опасность BLEVE для пожарных-спасателей, находящихся вблизи людей (рабочих) и сооружений заключается еще в обломках цистерн/резервуаров, которые могут разлететься как осколки снаряда на сотни метров вокруг, причиняя тяжкие повреждения. Расположенные рядом с цистернами/резервуарами сооружения часто разрушаются от действия ударной волны, разлетающихся осколков и от воздействия вторичных пожаров, образовавшихся от теплового излучения огромного огненного шара.

8.2.3. Произошедшие аварии и статистика

Многих давно произошедших аварий можно было бы избежать при условии применения современных инженерных решений, использования правильных материалов, обслуживания оборудования и применения соответствующей системы обеспечения безопасности. Последняя декада показала, что количество крупных аварий в Европе сократилось (20%), что говорит о том, что директива Seveso II помогает добиться поставленных целей.

Согласно базе данных произошедших на предприятиях с опасным производством аварий eMARS (Major Accident Reporting System)²⁹, которая соответствует критериям, приведенным в приложении VI директивы 96/082/ЕЕС, с 1982 года произошло 759 крупных аварий. Соответственно с LNG и LPG произошло 58 крупных аварий: LNG - 4 аварии, природный газ (метан) - 20 аварий и LPG (в т.ч. пропан и бутан) - 34 аварии (см. рисунок 20).

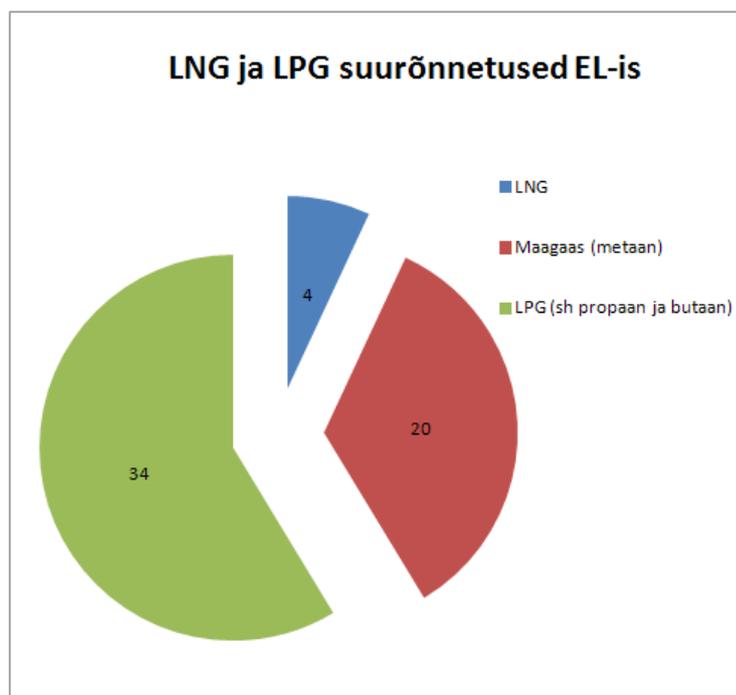


Рисунок 20. Крупные аварии, связанные с LNG и LPG в Европейском Союзе

LPG

Согласно базе данных FACTS³⁰ (*Failure and Accidents Technical information System*), в которой зарегистрировано более 24500 аварий, связанных с опасными химикалиями (по всему миру, начиная с 1954 года), с обработкой LPG связано 1146 несчастных случая, из которых последствия в 210 случаях оказались фатальными. Большая часть аварий произошла на шоссе (см. рисунок 21).

²⁹ База данных eMARS <https://emars.jrc.ec.europa.eu/>

³⁰ www.factsonline.nl

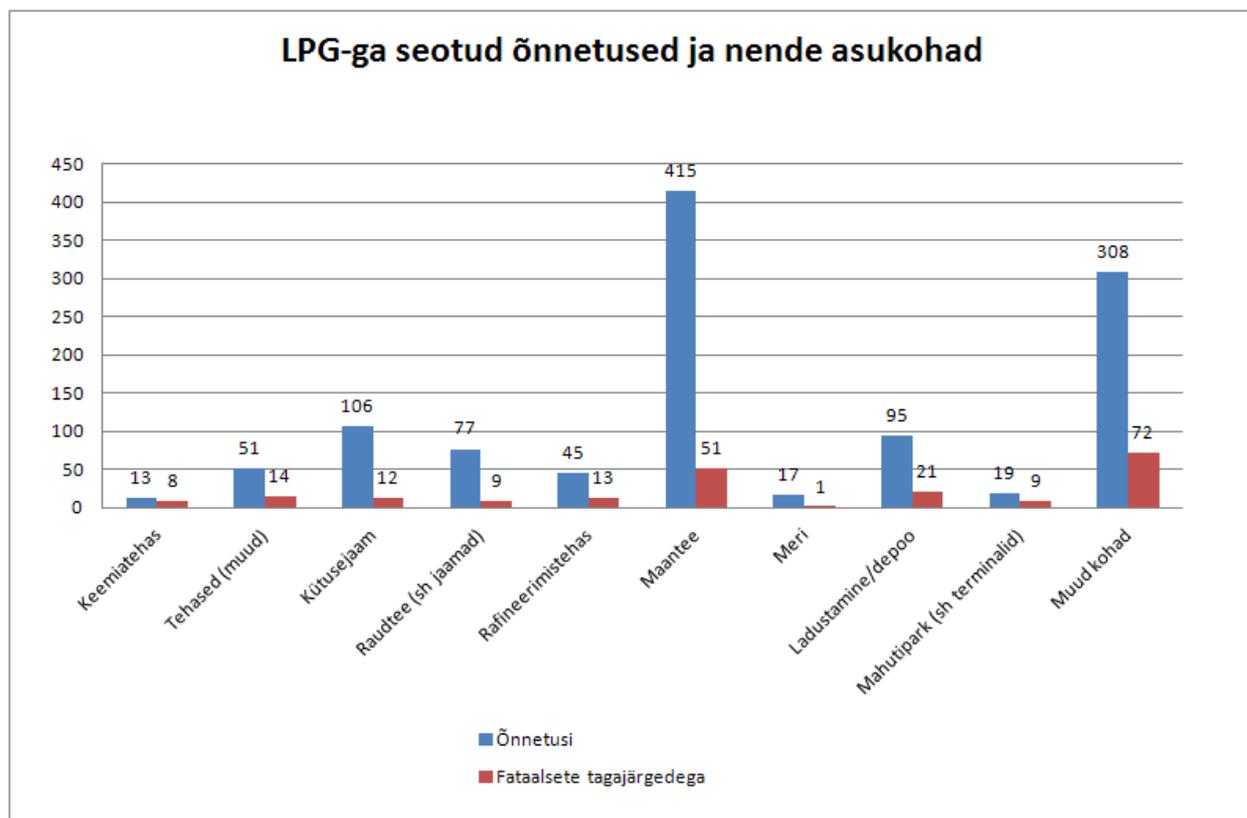


Рисунок 21. Аварии, связанные с LPG, и их месторасположения (база данных FACTS)

Далее приведено описание последствий тяжелых аварий (в т.ч. различные сооружения):

- 04.01.1966 в городе Фейзен (Франция) в 06.40 из-за ошибки оператора при открывании и закрывании клапанов стал протекать сферический резервуар с пропаном (1200 м³). В 6.55 пропановое облако достигло шоссе, которое расположено на расстоянии 130 м и воспламенилось по всей вероятности от неисправного заднего фонаря проезжавшей мимо машины. Огонь через газовое облако перекинулся обратно к резервуару. В 07.30 работники терминала попытались погасить пламя с помощью порошковых огнетушителей, но порошок скоро закончился. В 08.30 подключились водные насосы, которые использовали для охлаждения других резервуаров. В 08.40 протекавший резервуар взорвался. Всего было разрушено 8 и повреждено 8 резервуаров. Довольно небольшие повреждения произошли в деревне, расположенной на расстоянии 400 метров.
- 21.06.1970 в Иллинойсе (США) на территории плотно застроенной станции произошел сход с рельс 9 цистерн эшелона (в эшелоне было 15 вагонов, 9 из них были заполнены керосиновым газом). В результате столкновения двух цистерн, разрушился торец одной из цистерн. Высвободившееся газовое облако загорелось

и радиус огненного шара достиг более 60 метров. Под действием теплового излучения огненного шара в соседних цистернах поднялось давление, клапаны безопасности цистерн открылись и интенсивность горения увеличилась. Через 3 минуты взорвалась одна цистерна. Большие осколки цистерны разлетелись в разные стороны на 60-250 метров. Здание газозаправочной станции, находившееся на расстоянии 90 метров, разрушилось. Взрывы последовали один за другим в течение 25 минут.

- 09.12.1970 в Порт Гудзоне (США) лопнул пропановый трубопровод. Через 24 минуты после поломки трубопровода взорвалось высвободившееся газовое облако. По оценкам специалистов, высвободилось 23 000 кг пропана. Ударная волна повалила одного из очевидцев, который находился на расстоянии 800 метров от места образования облака. Эксперты оценили тротиловый эквивалент в 50 тонн.
- 09.03.1972 в Вирджинии (США) на скоростном шоссе произошло столкновение машины с трактором, перевозившим в полуприцепе пропан. Полуприцеп перевернулся и разломался. Освободилось около 8800 кг пропана. В момент возгорания различимое глазом газовое облако удалилось на расстояние 135 м от места аварии. Диаметр огненной вспышки был по меньшей мере 120 м.
- В 1973 году в Кингдومه (США) произошел взрыв ж/д цистерны и последующий пожар стал причиной смерти 13 человек и 96 получили ранения.
- 03.08.1978 в штате Айова (США) лопнул пропановый трубопровод. В стенке трубопровода образовалась 20-сантиметровая дыра. Высвободившееся газовое облако распространилось по площади в 30 га когда произошло возгорание от некоего внешнего источника. Огонь уничтожил 8 зданий, три машины, трое людей погибло и десятки получили тяжкие ожоги. На месте поломки трубопровода вспыхнул огненный факел высотой 120 м.
- 28.03.1980 в Голландии произошел взрыв высвободившегося пропанового облака в процессе заполнения автоцистерны пропаном. Когда бак был заполнен 1500 литрами (750 кг) пропана, автоцистерну толкнул работающий неподалеку бульдозер. Расчеты показали, что за 30 секунд из разрушенного трубопровода высвободилось 110 кг пропана. В результате пожара разрушилась крыша находившегося на расстоянии 50 метров здания и вылетели все окна

расположенных в 150 метрах домов, одно большое окно разбилось на расстоянии 300 метров.

- 19.11.1984 в Сан-Хуанико (Мексика) в терминале PEMEX LPG произошли многочисленные взрывы, в результате которых погибли 500 человек, 4248 получили ранения и был разрушен терминал.
- В 2004 году в расположенном неподалеку от Нью-Йорка порту произошел взрыв танкера со сжиженным газом; средний радиус района разрушений достиг 4000 м.
- 7.05.2007 в Montluel/Dagneux (Франция) произошел взрыв двух автоцистерн с LPG, в результате которого пострадали 5 человек и были обширные повреждения. Воздействие теплового излучения достигло расстояния в 70 м, пагубное воздействие избыточного давления протянулось на 400 метров и опасная зона разлетевшихся обломков составила 800 м.
- 29.06.2009 в Виареджо (Италия) сошел с рельс поезд с LPG, в результате чего произошел разрыв длиной 40-50 см. Из цистерны стал просачиваться сжиженный газ, после чего произошел взрыв цистерны. Погибло 32 и эвакуировано было 1000 человек. В основном погибли люди, находившиеся в разрушившихся или сгоревших зданиях.

LNG

Аварий, связанных с LNG, произошло гораздо меньше, т.к. в технологии обработки LNG достигнут высокий уровень безопасности. Из-за строгих требований, процесс обработки сжиженного природного газа считается безопасным процессом, и статистика приводит довольно длительный период аварий без серьезных последствий.

Согласно базе данных FACTS³¹ (*Failure and Accidents Technical information System*), с обработкой LNG связано 51 несчастных случая, из которых последствия в 14 случаях оказались фатальными. Аварии и их места происшествия приведены на рисунке 22.

³¹ www.factsonline.nl

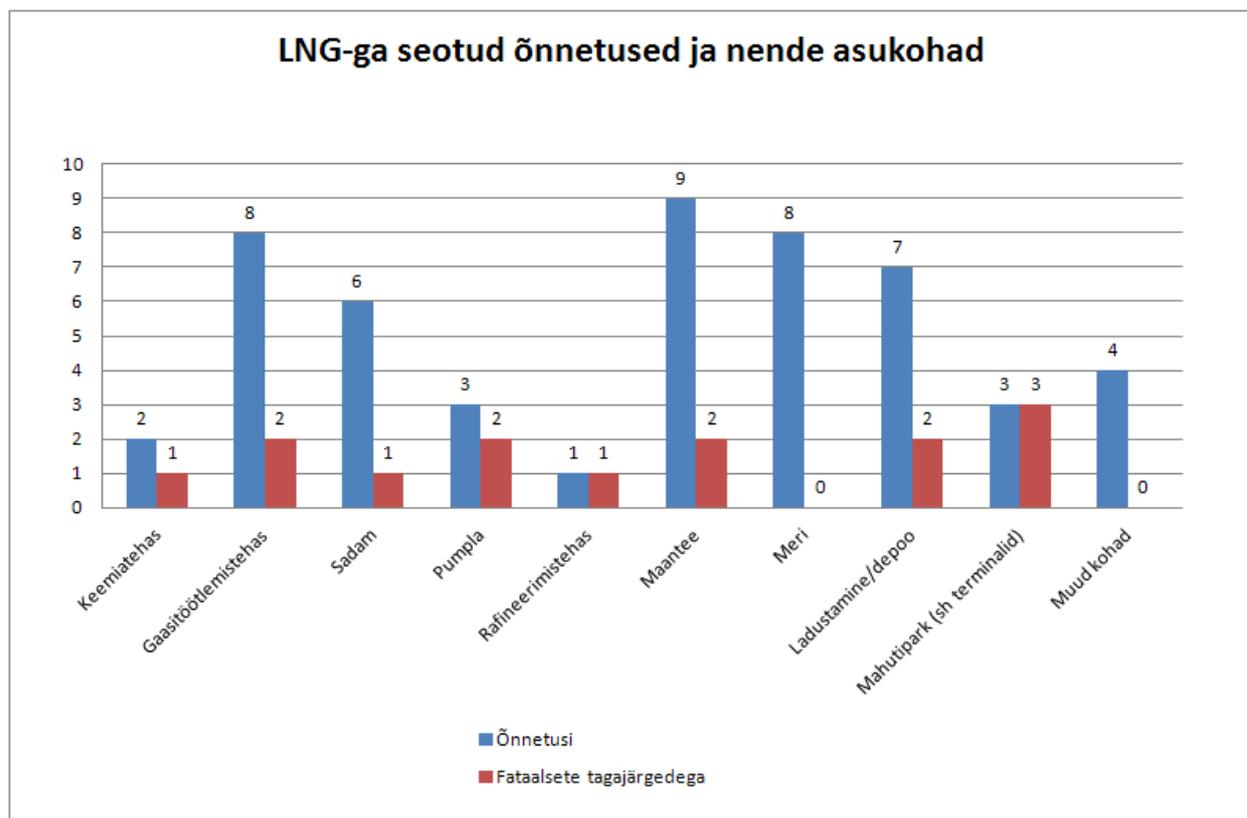


Рисунок 22. Аварии, связанные с LNG, и их месторасположения (база данных FACTS)

Самые трагичные в истории аварии, связанные со сжиженным природным газом³²:

- 20 октября 1944 года. Авария с резервуаром сжиженного природного газа произошла в Кливленде, штат Огайо, США. 128 человек погибло в огне из-за взрыва. Дело имело с резервуаром времен II Мировой войны, в котором хранили металл, и отсутствовали заградительные валы. Конструкции разрушились в результате холодного охрупчивания и сжиженный газ вытек в городскую канализацию, откуда он испарился и произошел взрыв и горение.
- 1966, Раунхайм, Германия – произошел взрыв жидкой фазы метана на технологическом участке. Было зимнее время, температура -12°C , небольшая скорость ветра. На расстоянии 50 м от места регазификации операторы, находившиеся на контрольном пункте, заметили газовое облако, которое двигалось в сторону контрольного пункта. Когда облако достигло контрольного пункта, оно

³² Риски автомобильного транспорта и анализ спасательных работ на примере аварии транспорта, перевозившего сжиженный газ, в волости Касерää. Margo Klaos (директор Южно-Эстонского спасательного центра), Kuido Kriisa (руководитель бюро планирования Южно-Эстонского спасательного центра). Редакция Академии Внутренней обороны 2010 (9), Таллинн

возгорелось. От ударной волны вылетели все окна в радиусе 400 метров, на расстоянии 1200 м стекла растрескались. Один человек погиб, 75 получили ранения в основном от разлетевшихся стеклянных осколков. Высвободившееся количество газа составило 500 кг, который образовал облако: глубина 1 метр, радиус 40 метров, тротиловый эквивалент мог бы составить 1000-2000 кг.

- 1973, Статен-Айленд, Нью-Йорк – подозревая утечку, операторы отключили обслуживание резервуара. В резервуаре образовался разрыв, высвободившийся газ загорелся, увеличение температуры вызвало рост давления в резервуаре, в результате чего один из конструктивных элементов резервуара сдвинулся с места. 40 человек погибли из-за т.н. инцидента с конструкцией, а не из-за прямого воздействия LNG.
- Октябрь 1979 года. Ласби, Мэриленд, США. В здании сжиженного природного газа порвался уплотнитель в насосе, из-за чего произошла утечка газа. Газ воспламенился, когда сотрудник отключил электрический автоматический выключатель. В результате аварии погиб один человек и другие сотрудники серьезно пострадали. Здание получило сильные повреждения. После этого происшествия были скорректированы требования по пожаробезопасности.
- 22 июня 2002 года. Каталония, Испания. Водитель грузовика, перевозившего сжиженный газ, потерял, вероятно из-за превышения скорости, контроль над управлением машины. Грузовик опрокинулся, завалился на левую сторону и остановился только на песчаном склоне. Между прицепом и кабиной тотчас взметнулось пламя, а через некоторое время загорелись шины. Приблизительно через 20 минут после начала аварии цистерна взорвалась. Взрыв приглушил пламя и на месте происшествия поднялось белое облако, которое тут же вспыхнуло. Водитель погиб, двое людей, находившихся на расстоянии около 200 м от места аварии получили ожоги.
- 19 января 2004 года. Скикда, Алжир. Взрыв произошел на заводе по переработке сжиженного природного газа. Погибли 27 и пострадали 56 человек. Разрушены были 3 ж/д состава с газом. Начало взрыву положил взрыв парового котла.

8.3. Описание сценариев возможных аварий

При определении опасностей внимание обращалось на такие аварийные сценарии, в случае которых последствия крупной аварии в терминале могут представлять опасность для людей и недвижимости, а также спровоцировать эффект домино.

При определении опасных зон планируемый терминал разделили на следующие зоны (см. таблицу 8).

Таблица 8

	Тип оборудования	Обозначение	Место аварии
Разгрузка и погрузка продукта	Транспортные средства под давлением	1	Ж/д разгрузочная эстакада (LPG)
		2	Разгрузочная эстакада для машин (LPG)
		3	Разгрузка и погрузка LPG на причале
	Транспортные средства без давления	4	Разгрузка и погрузка LNG на причале
Складирование и хранение	Хранилища, находящиеся под атмосферным давлением	5	Парк резервуаров LNG
	Хранилища, находящиеся под давлением	6	Парк резервуаров LPG
Трубопровод	Трубопровод	7	Парк резервуаров - причал (LPG)
		8	Парк резервуаров - причал (LNG)
		9	Парк резервуаров - соединительный узел (LNG)
Производственные сооружения	Прочее	10	Испарители LNG, насосные станции, компрессоры, блок сжижения, система улавливания запахов и пр.

8.3.1. Погрузка и разгрузка продукта

Ж/д погрузочная эстакада

(Предполагаемая) скорость погрузки LPG на ж/д эстакаде и прочие данные приведены в таблице 9.

Таблица 9. Скорость погрузки LPG на ж/д погрузочной эстакаде и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
1	Ж/д разгрузочная эстакада	LPG	Скорость погрузки 285 м ³ /час 2 x 24 мест для разгрузки (ж/д цистерны под давлением 58 м ³ и max 110 м ³) Система возврата паров За раз можно загрузить один резервуар

В общем случае, наиболее опасными при транспортировке опасных грузов являются места пересечения с железной дорогой, где помимо ж/д составов передвигаются также машины по шоссе (см. более точно сценарий в главе 8.3.5). Подобные дорожные узлы на территории порта Силламяэ отсутствуют и скорости движения небольшие, однако при маневрировании цистерн могут все же иметь место ошибки в управлении, поэтому может произойти тяжелое столкновение цистерн или даже сход с рельс.

Аварии на разгрузочной эстакаде, прежде всего, связаны с управлением погрузочного оборудования: некорректное закрепление/отсоединение оборудования и разрушение оборудования (амортизация уплотнителей). Также причиной аварии может быть как человеческий фактор (ошибки в управлении), так и технологический (при разрушении железной дороги, ж/д состава или сооружения).

В результате вышеперечисленных событий, в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа.

Сжиженный газ, попадающий в атмосферу в случае полного или частичного разрушения ж/д цистерны/погрузочного оборудования, тяжелее воздуха и в случае просачивания (утечки) он расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места утечки. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона локализована и такой случай отдельно не рассматривается.

Очень опасная ситуация возникает, когда находящиеся под давлением резервуары/цистерны с LPG оказываются в зоне пожара. При нагреве цистерны увеличивается внутренне давление, что, в свою очередь, ослабляет конструкцию цистерны. Обязательная вентиляция в случае пожара не всегда в состоянии справиться с увеличением внутреннего давления. Это приводит к разрушению цистерны путем взрыва (BLEVE – взрыв увеличившегося в объеме пара кипящего сжиженного газа) и к мгновенному высвобождению и возгоранию паров (газа).

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/разрушению ж/д цистерн/погрузочного оборудования с LPG на эстакаде приведены на рисунках 23 и 24.

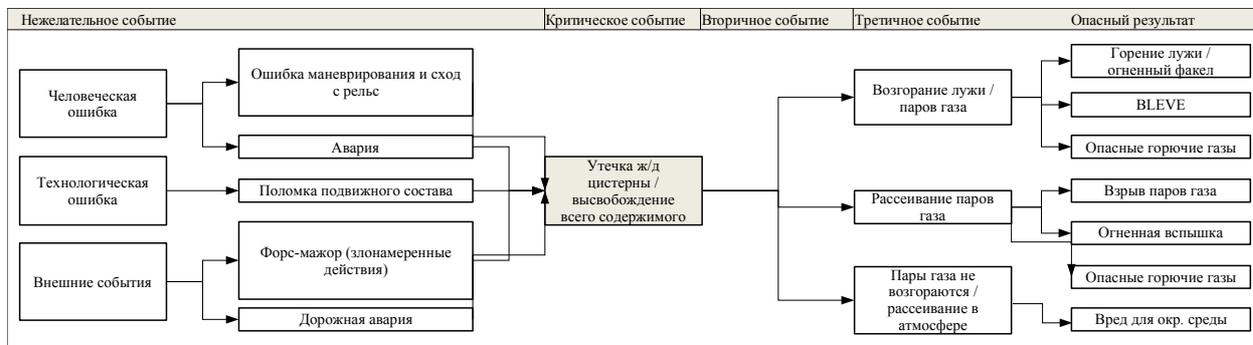


Рисунок 23. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения ж/д цистерны

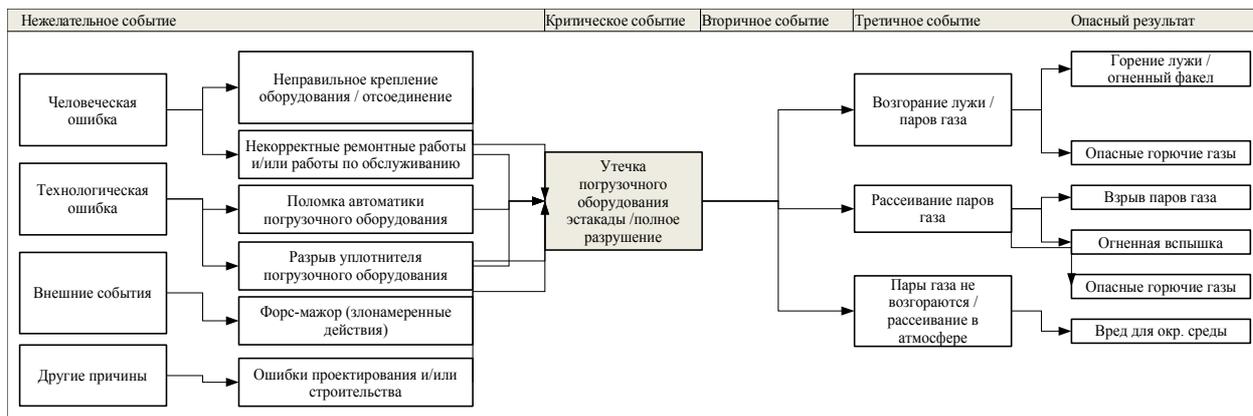


Рисунок 24. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения погрузочного оборудования

Разгрузочная эстакада для машин

(Предполагаемая) скорость погрузки опасных химикалий на погрузочной эстакаде для машин и прочие данные приведены в таблице 10.

Таблица 10. Скорость погрузки LPG на погрузочной эстакаде для машин и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
2	Разгрузочная эстакада для машин	LPG	За раз можно загрузить 3 машины-цистерны (машина-цистерна 30 м ³)
	Погрузочный рукав L-301 A/B/C LPG для машин		3“ погрузочный рукав, скорость погрузки max 90м ³ /час Система возврата паров

Причиной аварии на разгрузочной эстакаде для машин может быть как человеческий фактор (ошибки в управлении, халатность, нарушение правил безопасности), так и технологический (при разрушении подвижного состава, амортизация, разрушения/повреждения погрузочного оборудования и пр.).

Дорожные происшествия на территории терминала имеют небольшую вероятность, поскольку скорость движения мала и нет сложных дорожных узлов. Опасность увеличивается с ростом числа автоцистерн. Тем не менее, движение по территории предприятия и в порту Силламяэ можно считать более безопасным, чем на шоссе и проселочных дорогах.

В результате неблагоприятных событий, в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа.

Сжиженный газ, попадающий в атмосферу в случае полного или частичного разрушения автоцистерны/погрузочного оборудования, тяжелее воздуха и в случае просачивания (утечки) он расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от разгрузочной эстакады для машин. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона локализована и такой случай отдельно не рассматривается.

Очень опасная ситуация возникает, когда находящиеся под давлением автоцистерны с LPG оказываются в зоне пожара. При нагреве цистерны увеличивается внутренне давление, что, в свою очередь, ослабляет конструкцию цистерны. Обязательная вентиляция в случае пожара не всегда в состоянии справиться с увеличением внутреннего давления. Это приводит к разрушению цистерны путем взрыва (BLEVE) и к мгновенному высвобождению и возгоранию паров (газа).

Поскольку автоцистерны довольно мобильны, то их можно быстро вывести из зоны пожара, и наиболее вероятное событие, которое может привести к нагреву автоцистерны до критического предела (при котором происходит BLEVE), это возгорание самой автоцистерны (из-за технической поломки, дорожного происшествия или злонамеренного действия).

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/разрушению автоцистерн/погрузочного оборудования с LPG на разгрузочной эстакаде для автомашин, приведены на рисунках 25 и 26.

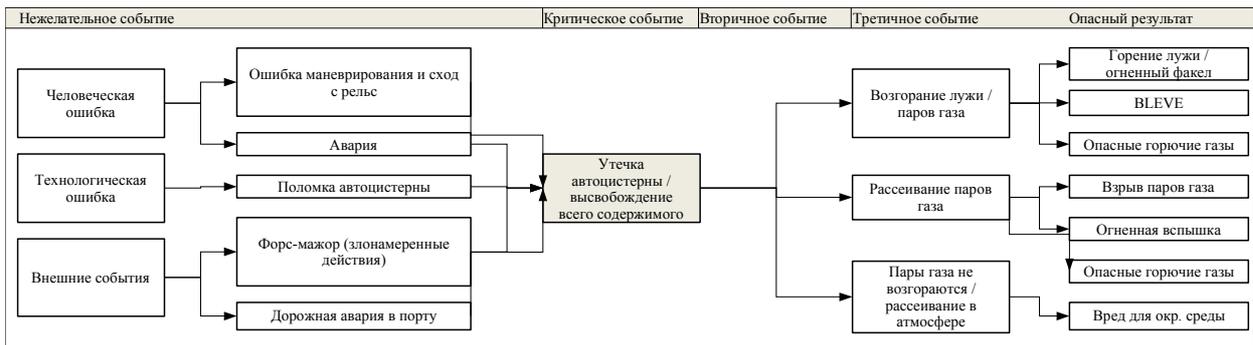


Рисунок 25. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения автоцистерны

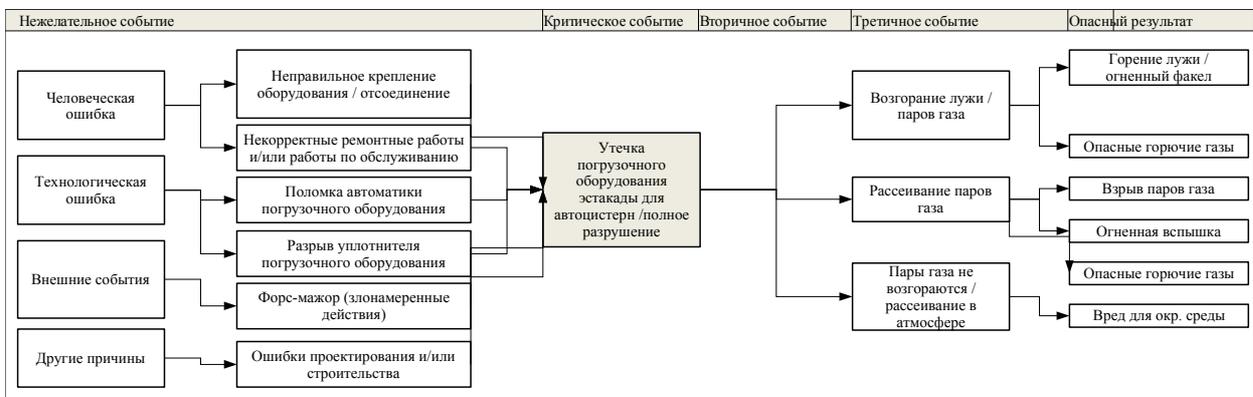


Рисунок 26. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения погрузочного оборудования

Погрузка и разгрузка LNG на причале

(Предполагаемая) скорость погрузки и разгрузки LNG на причале и прочие данные приведены в таблице 11.

Таблица 11. Скорость погрузки LNG на причале и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
3	Разгрузочный рукав L-101 A/B/C для LNG на причале	LNG	12 000 м ³ /час (3 х 16“ погрузочные рукава) Система возврата паров Max 145 000 м ³ танкеры Разгрузка длится 12 ч

Первая транспортировка LNG морским путем произошла в 1959 году, когда танкер Methane Pioneer перевозил 5000 м³ LNG. В 1964 году сжиженный природный газ по морю стали перевозить два специально предусмотренных для этого танкера.

Известно, что в течение 64-го года танкеры LNG совершили более 38 000 рейсов и перевезли более 1,5 миллиардов м³ сжиженного природного газа. Морские танкеры за все время их эксплуатации (начиная с 1959 года) ни разу не участвовали в сколько-нибудь серьезной аварии. Имели место несколько только несколько инцидентов, ограничившихся небольшими утечками³³.

Танкеры LNG соответствуют следующим минимальным требованиям:

- двойной корпус;
- расстояние между внешним и внутренним корпусом танкера составляет от 8 до 10 футов (240-300 см);
- системы обнаружения утечек и автоматические защитные клапаны (ESD);
- системы обнаружения огня и пожаротушения.

Танкеры оснащены такими же системами обеспечения безопасности и предупреждения, что и терминалы LNG на суше. Дополнительно, на танкерах установлены радары,

³³ Риски автомобильного транспорта и анализ спасательных работ на примере аварии транспорта, перевозившего сжиженный газ, в волости Касеряа. Margo Klaos (директор Южно-Эстонского спасательного центра), Kuido Kriisa (руководитель бюро планирования Южно-Эстонского спасательного центра). Редакция Академии Внутренней обороны 2010 (9), Таллинн

системы позиционирования и автоматические системы оповещения об опасности на море, которые позволяют уменьшить риски терроризма.

По всей вероятности, LNG на причале может высвободиться из погрузочного оборудования во время загрузки или разгрузки танкера. Причиной аварии на погрузочном причале может быть как человеческий фактор (игнорирование требований по безопасности, неправильное подсоединение/отсоединение погрузочного оборудования), так и технологический (разрушение/повреждение погрузочного стендера, гидравлический удар и пр.). Также аварии могут поспособствовать неблагоприятные погодные условия (например, волнение на море и ветер при движении танкера), из-за чего происходит механическое воздействие на погрузочное оборудование.

В результате перечисленных событий в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа. LNG, в зависимости от количества и места утечки, выливается на причал и/или танкер и/или море. В случае попадания газа в море происходит быстрый переход из сжиженной фазы в газообразную и может образоваться облако пара. Многие исследователи прогнозируют, что при быстром высвобождении 10 000 тонн сжиженного природного газа в окружающую среду, полный переход газа в паровую фазу происходит примерно за 5 минут (полностью исключено загрязнение акватории).

Сжиженный газ, попадающий в атмосферу в случае полного или частичного разрушения погрузочного рукава, тяжелее воздуха и в случае просачивания (утечки) он расходится понизу и заполняет собой низины, где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места происшествия, а также образовать огненную лужу на причале. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона локализована и такой случай отдельно не рассматривается. В основном, на причале немного источников возгорания (все они должны быть определены!)

Погрузочные рукава снабжены соединениями PERC (Powered Emergency Release Couplings), которые оснащены двумя шаровыми кранами и изоляционным зажимом

(обеспечивают быстрое отсоединение погрузочного рукава от танкера). В случае активирования PERC, сначала перекрывают оба шаровых крана и конец погрузочного рукава закрывают таким образом, что LNG не может выйти из системы.

Средние и большие утечки LNG из соединений разгрузочного оборудования можно быстро обнаружить, т.к. за всем процессом погрузки следят операторы.

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/ полному разрушению погрузочного оборудования с LNG на причале, приведены на рисунке 27.

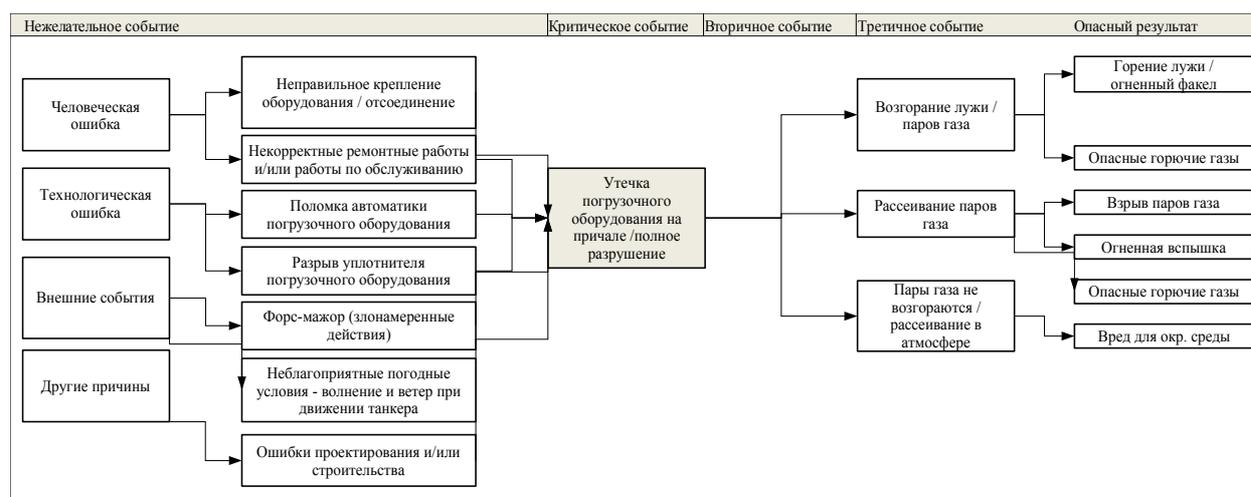


Рисунок 27. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения погрузочного оборудования на причале

Погрузка и разгрузка LPG на причале

(Предполагаемая) скорость погрузки и разгрузки LPG на причале и прочие данные приведены в таблице 12.

Таблица 12. Скорость погрузки LPG на причале и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
4	Погрузочный рукав L-104 для LPG на причале	LPG	450 м ³ /час (6“ погрузочный рукав) Система возврата паров Объем газовых танкеров 86000 м ³

По всей вероятности, LPG на причале может высвободиться из погрузочного оборудования во время загрузки или разгрузки танкера. Причиной аварии на погрузочном

причале может быть как человеческий фактор (игнорирование требований по безопасности, неправильное подсоединение/отсоединение погрузочного оборудования), так и технологический (разрушение/повреждение погрузочного стендера, гидравлический удар и пр.). Также аварии могут поспособствовать неблагоприятные погодные условия (например, волнение на море и ветер при движении танкера), из-за чего происходит механическое воздействие на погрузочное оборудование.

В результате перечисленных событий в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа.

LPG, в зависимости от количества и места утечки, выливается на причал и/или танкер и/или море. Сжиженный газ, попадающий в атмосферу в случае полного или частичного разрушения погрузочного рукава, тяжелее воздуха и в случае просачивания (утечки) он расходится понизу и заполняет собой низины, где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места происшествия, а также образовать огненную лужу на причале. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона локализована и такой случай отдельно не рассматривается. В основном, на причале немного источников возгорания (все они должны быть определены!)

Через погрузочное оборудование на причале сжиженный газ не может попасть в атмосферу в больших количествах, поскольку весь процесс погрузки находится под постоянным наблюдением как со стороны операторов, так и со стороны команды танкера.

Погрузочные рукава снабжены соединениями PERC (Powered Emergency Release Couplings) и QCDC (Quick Connect/Disconnect Coupler), которые оснащены двумя шаровыми кранами и изоляционным зажимом (обеспечивают быстрое отсоединение погрузочного рукава от танкера). В случае активирования PERC, сначала перекрывают оба шаровых крана и конец погрузочного рукава закрывают таким образом, что LPG не может выйти из системы.

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/ полному разрушению погрузочного оборудования с LPG на причале, приведены на рисунке 28.

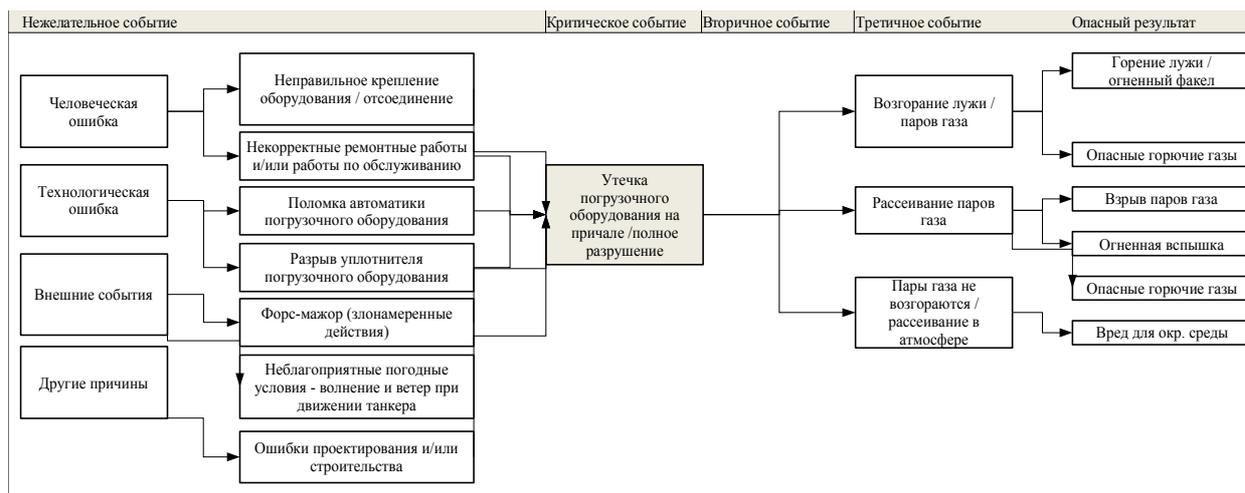


Рисунок 28. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения погрузочного оборудования на причале

8.3.2. Складирование и хранение

Парк резервуаров LNG

Максимальная вместимость парка резервуаров LNG и прочие данные приведены в таблице 13.

Таблица 13. Максимальная вместимость парка резервуаров LNG и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
5	Парк резервуаров LNG (Т-201; Т-202; Т-203; Т-204)	LNG	6400 000 м ³ (4 x 160 000 м ³) При атмосферном давлении и температура (-160°С)

С точки зрения безопасности, полностью защищенные, не находящиеся под давлением, резервуары значительно лучше прочих находящихся на поверхности земли резервуаров с LNG (например, двух- или одностенные резервуары). Стальной резервуар состоит из внутреннего корпуса, окружающего его бетонного корпуса (предварительно напряженный бетон, почти 50 см) и крыши. Пространство между стальным резервуаром и бетонным корпусом теплоизолировано, что предотвращает нагрев и испарение сжиженного природного газа. Стенки внешнего резервуара препятствуют выходу паров из внутреннего резервуара, а также защищают внутренний контейнер от избыточного давления взрывной волны, обломков, ударов, теплового излучения и низких температур. Для просушки и продувки резервуара внутрь резервуара, а также в пространство между

резервуаром и его бетонной оболочкой, помещают систему вентиляции, а также устройства, позволяющие вдувать азот.

Резервуары можно загружать как сверху, так и снизу, чтобы избежать расслоения LNG.

Данные типичного полностью защищенного резервуара LNG объемом 160 000 м³ приведены в таблице 14.

Таблица 14. Предположительные данные полностью защищенного резервуара LNG

Параметр	Внутренний резервуар	Внешний резервуар
Материал	Сталь Ni 9%	Бетон
Диаметр, м	80	82
Высота, м	35,1	38,2

За 40-летнюю практику обработки LNG произошли две общеизвестные крупные аварии с криогенными резервуарами LNG. Первая произошла в 1944 году в США, когда стенка резервуара была прорвана по причине использования неподходящих материалов. Вторая авария имела место в 1987 году в Катаре, и произошла из-за ошибки в конструкции резервуара.

Из полностью защищенного резервуара LNG может высвободиться в случае повреждения трубопровода резервуара, из соединительных фланцев, клапанов, однако просачивание сквозь поврежденные стенки резервуара имеет очень маленькую вероятность.

Причинами утечки сжиженного природного газа могут также стать внешние факторы, такие как, например, авиационная авария или сейсмическая активность.

Лужа, образующаяся при утечке резервуара или трубопровода LNG, начинает нагреваться и из жидкой фазы переходит в газообразную, образуя на месте утечки облако пара. Хотя нагрешеее облако пара легче воздуха и быстро рассеивается в атмосфере, огнеопасное паровое облако может довольно далеко продвинуться по земле и ведет себя как тяжелый газ. Облако пара расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от парка резервуаров. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Для снижения рисков парк резервуаров необходимо обнести заградительным валом, где разлившийся LNG можно направить обратно в бассейн. Помимо этого, необходимо установить газовые анализаторы, которые сигнализируют об образовании взрывоопасной концентрации.

Учитывая данные статистики и историю произошедших в терминалах LNG аварий, можно не учитывать риск полного разрушения резервуара.

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/разрушению резервуара с LNG в парке резервуаров, приведены на рисунке 29.

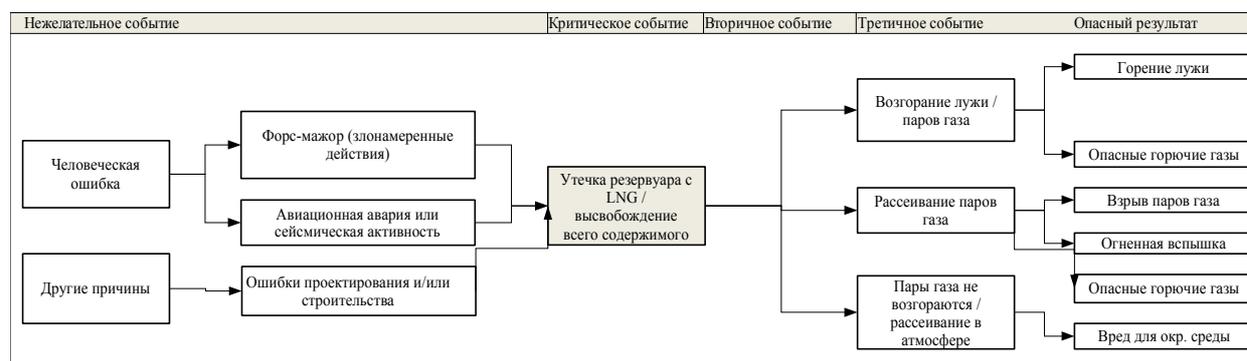


Рисунок 29. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения резервуара с LNG

Парк резервуаров LPG

Максимальная вместимость парка резервуаров LPG и прочие данные приведены в таблице 15.

Таблица 15. Максимальная вместимость парка резервуаров LPG и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
6	Парк резервуаров LPG (1 и 2 этап)	LPG	32 000 м ³ (16 x 2000 м ³) Резервуары с пропаном (8 бар) и резервуары с бутаном (2 бар)

Изначальные причины аварий, которые могут произойти с резервуарами прежде всего связаны с различными механическими воздействиями. Причины могут быть следующие: злонамеренное разрушение конструкций резервуара (саботаж, террористический акт), деформирование конструкций резервуара по неосмотрительности и поломка технического оборудования. Нельзя исключать повреждения резервуаров в случае аварии с ж/д

цистернами (прежде всего, BLEVE). В результате пары сжиженного газа могут попасть в окружающую среду. Чаще всего происходят разрушения сварных швов резервуара или соединений маленьких измерительных трубок, а также продолговатые отверстия, появляющиеся в результате внешних ударов.

Парк резервуаров обнесен бетонным валом, что исключает возможность случайного повреждения резервуаров (например, транспортными средствами, передвигающимися по территории). Вероятным является повреждение резервуара во время ремонтных работ, а также из-за человеческой ошибки (например, переполнение резервуара). Поскольку мониторинг резервуара постоянный и регулируется автоматикой, то вероятность этих событий очень мала.

Вследствие неблагоприятных событий из вышеперечисленных мест в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа. В *Терминале* необходимо установить газовые анализаторы, которые сигнализируют об образовании взрывоопасной концентрации. Тем самым, существенно уменьшается образование крупномасштабных утечек.

Сжиженный газ, попадающий в атмосферу в случае утечки/полного или частичного разрушения резервуара LPG, тяжелее воздуха и расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от парка резервуаров. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Очень опасная ситуация возникает, когда находящиеся под давлением резервуары с LPG оказываются в зоне пожара. При нагреве резервуара увеличивается внутренне давление, что, в свою очередь, ослабляет конструкцию резервуара. Обязательная вентиляция в случае пожара не всегда в состоянии справиться с увеличением внутреннего давления. Это приводит к разрушению цистерны путем взрыва (BLEVE) и к мгновенному высвобождению и возгоранию паров (газа).

Основные начальные события и опасные результаты, которые приводят к утечке/разрушению резервуара с LPG в парке резервуаров, приведены на рисунке 30.

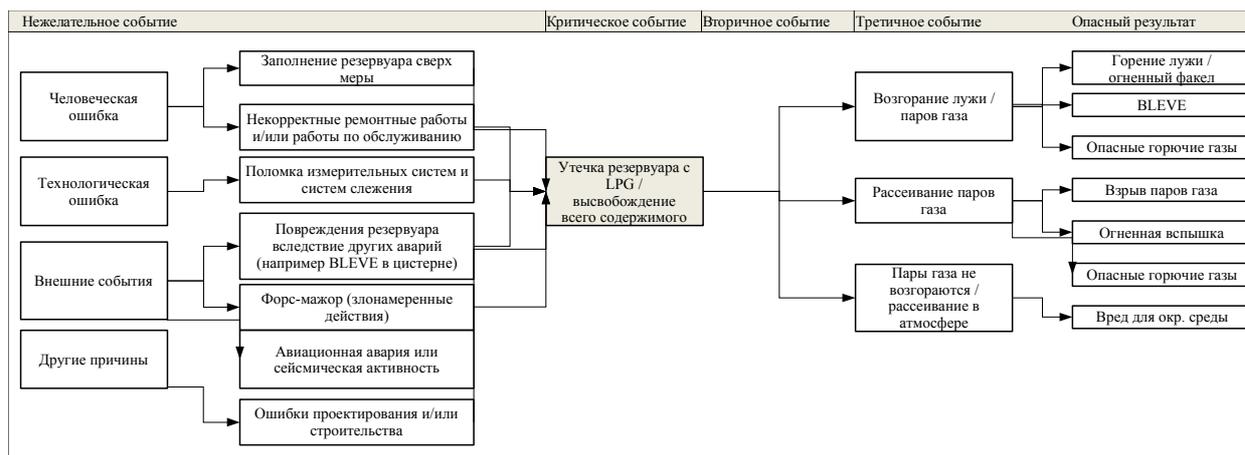


Рисунок 30. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения резервуара с LPG

8.3.3. Трубопровод

Максимальная скорость опасных химикалий в трубопроводе и прочие данные приведены в таблице 16.

Таблица 16. Максимальная скорость опасных химикалий в трубопроводе и прочие данные

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
7	Газовый трубопровод (из терминала до соединительного пункта)	Природный газ	Трасса высокого давления (D-категория) 20" и 2800 м
8	LNG трубопровод на причал	LNG	12 000 м ³ /час, 36" и длина 1500 м Система возврата паров
9	LPG трубопровод на причал	LPG	450 м ³ /час и длина 1500 м Система возврата паров

Газовая трасса природного газа в магистральной сети

Газовая трасса природного газа расположена под землей на глубине 1 м. Согласно статистике (EGIG³⁴ База данных аварий, произошедших в трубопроводах с природным газом), основные причины разрушения газовых трасс следующие:

³⁴ 8 th Raport of the European Gas Pipeline Incident Data Group, 1970-2010. Декабрь 2011. www.egig.nl

- внешние воздействия 48,4 % случаев (земляные работы, дренаж и пр.);
- ошибка в конструкции или неправильный выбор материалов 16,7 %;
- коррозия 16,1 %;
- сдвиги грунта (землетрясения, движение земной коры, эрозия, разработки грунта, наводнение) 7,4 %;
- ошибочный ремонт работающего газового трубопровода 4,8 %;
- прочие причины 6,6 %.

Просочившийся из стенки газовой трассы пар LNG попадает в воздух, и при наличии источника возгорания достаточной мощности, может образовать огненный факел. Факел излучает тепло, причиняя тем самым ожоги находящимся поблизости людям.

Поскольку LNG легче воздуха, то на поверхности земли может образоваться движущееся по направлению ветра облако, которое может стать причиной огненной вспышки или взрыва. Основные факторы, способствующие взрыву: стабильная скорость ветра (1-2 м/с), низкая температура и низкое давление в газовой трассе.

Продуктовый трубопровод LNG (причал - парк резервуаров)

Продуктовый трубопровод, по которому сжиженный LNG перекачивают из танкеров в резервуары или наоборот, имеет протяженность 1,5 км и диаметр 36”.

Причиной аварии может быть человеческий фактор (забивание опор трубопровода с помощью транспортных средств, халатность в ремонтных работах и пр.), амортизация трубопровода или злонамеренные действия.

Из прорвавшегося трубопровода LNG вытекает на землю и, нагреваясь, начинает испаряться. Земля на месте утечки может замерзнуть. Хотя нагретое облако пара легче воздуха и быстро рассеивается в атмосфере, огнеопасное паровое облако может довольно далеко продвинуться по земле и ведет себя как тяжелый газ. Облако пара расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места разрыва трубопровода. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона относительно невелика.

Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения продуктового трубопровода с LNG приведены на рисунке 31.

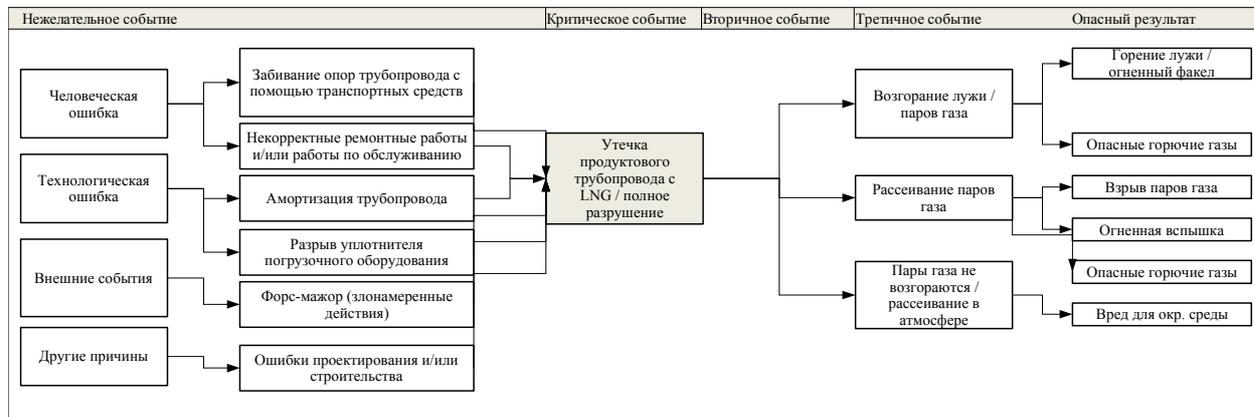


Рисунок 31. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения продуктового трубопровода с LNG

Продуктовый трубопровод LPG (причал - парк резервуаров)

Причиной аварии может быть человеческий фактор (забивание опор трубопровода с помощью транспортных средств, халатность в ремонтных работах и пр.), амортизация трубопровода или злонамеренные действия.

Из прорвавшегося трубопровод LPG вытекает на землю и начинает испаряться. Сжиженный газ, попадающий в атмосферу, тяжелее воздуха, он расходится понизу и заполняет собой низины (ямы, колодцы, отверстия и т.д.), где нет интенсивного движения воздуха. Таким образом газ может покрыть большую площадь и возгореться за несколько сотен метров от места разрыва трубопровода. При возгорании попавших в атмосферу паров сжиженного газа может произойти огненная вспышка или сильный взрыв (при условии, что в газовом облаке есть обеспечивающая взрыв турбулентность).

Если высвобождение сжиженного газа происходит постоянно, то может образоваться огненный факел. В случае факела непосредственно опасная зона относительно невелика.

Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения продуктового трубопровода с LPG представлены на рисунке 32.

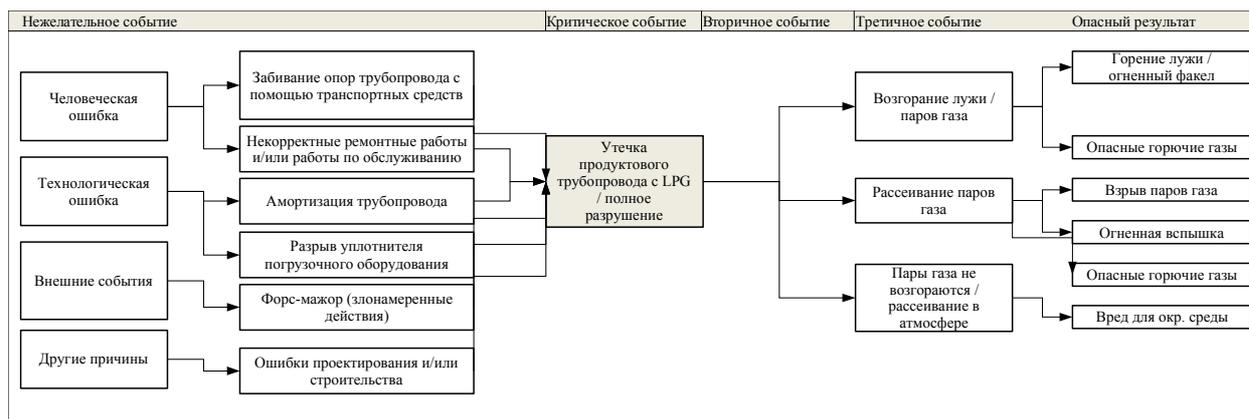


Рисунок 32. Основные начальные события и опасные результаты в случае утечки/разрушения продуктового трубопровода с LPG

8.3.4. Производственное оборудование

Прочее производственное оборудование, где может произойти авария, приведены в таблице 17.

Таблица 17

Но мер	Оборудование/сооружения или технологический процесс	Опасные химикалии	Данные
10	Испарители LNG, завод по сжижению, насосные станции, компрессоры, система улавливания запахов и прочее оборудование	LNG/LPG	

Вследствие неблагоприятных событий из вышеперечисленных мест в окружающую среду может попасть большое количество паров сжиженного газа. В *Терминале* необходимо установить газовые анализаторы, которые сигнализируют об образовании взрывоопасной концентрации. Тем самым, существенно уменьшается образование крупномасштабных утечек.

Аварии, произошедшие на различных компрессорных станциях, испарителях и компрессорах носят локальный характер и не приводят к кризисной ситуации, поэтому они не включены в предварительный рискованный анализ.

8.3.5. Опасности за пределами территории предприятия

Перекресток шоссе Таллинн - Нарва и железной дороги

Риски для местных жителей увеличивает прежде всего транспорт LPG.

Железная дорога пересекается с шоссе Таллинн - Нарва в месте, где дорога имеет уклон 4% в сторону Нарвы. Основная опасность ж/д переезда заключаются в столкновении поезда, перевозящего опасные грузы, или его сходе с рельс. Главные начальные события, которые могут привести к кризисной ситуации на ж/д переезде - это ошибки при управлении ж/д составом, технические поломки системы управления движением поездов, поломка или разрушение ж/д сооружений, ошибки водителя ж/д состава или автоцистерны, халатность, а также экстремальные погодные условия (снег, лед, дождь).

Самые тяжкие последствия при транспортировке LPG имеют место в случае BLEVE в ж/д цистерне (таблица 18).

Таблица 18. BLEVE в ж/д цистерне

Сценарий аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений
	Re	Ro	
Перекресток шоссе Таллинн - Нарва и железной дороги (см. опасную зону на рисунке 33)			
BLEVE в ж/д цистерне с LPG	В радиусе 309 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. По всей вероятности, в радиусе действия огненного шара (215 м) погибают все люди, не имеющие защиты (во внешних условиях). В опасной зоне находятся многочисленные жилые дома и предприятия.	В радиусе 560 м люди, не имеющие защиты, могут получить ожоги различной степени тяжести. В опасной зоне находятся многие жилые районы садовых товариществ Sputnik, Tallinna mnt и Sõpruse.	В радиусе 246 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. BLEVE может спровоцировать вторичные возгорания в терминале и повлечь тяжелые последствия из-за разлетевшихся фрагментов цистерны. Тяжелые повреждения могут получить находящиеся вблизи жилые дома и предприятия, а также ж/д цистерны LPG и находящиеся рядом резервуары LPG.



Рисунок 33. Опасная зона на перекрестке шоссе Таллинн - Нарва и железной дороги

Риск серьезно увеличивает то обстоятельство, что переезд является одноуровневым. Недопустимо перевозить сжиженные нефтяные газы (пропан и бутан) по шоссе Таллинн - Нарва с плотным движением до тех пор, пока не будет построен виадук, или же не будут приняты другие меры по уменьшению опасности (см. главу 9.2).

То обстоятельство, что в Эстонии до сих пор происходили аварии, имеющие особо тяжкие последствия, не исключает возможности крупной аварии в будущем. Например, 19.02.2012³⁵ на ж/д переезде в Силламяэ из-за снежного вала съехал с дороги грузовик, топливный бак которого получил повреждения и начал протекать. Застрававший на путях грузовик нарушил движение как на железной дороге, так и на шоссе.

Эффект домино

Согласно статье директивы Seveso II, эффект домино определяется следующим образом:

³⁵ http://www.delfi.ee/news/paevauudised/110_112/kutusepaaki-vigastanud-veoauto-jai-sillamae-raudteeulesoidule-kinni.d?id=63944539

„a loss of confinement accident in one establishment becomes the cause of a loss of confinement accident in another establishment.“³⁶

Эффект домино проявляется в наступлении кризисной ситуации на объекте вследствие произошедшей на соседнем предприятии аварии.

Из истории видно, что обработка LPG - это главный инициатор эффекта домино. В планируемом терминале главную опасность представляют пропан и бутан. Эти сжиженные газы могут спровоцировать BLEVE (из машин-цистерн и ж/д цистерн), также при смешивании паров газа с воздухом может образоваться взрывоопасная смесь. В вышедшей в 2010 году статье³⁷ были приведены 224 сценария аварий (1917 - 2010 г.г.), которые послужили началом эффекта домино. Исследования показали, что связанных с LPG случаев эффекта домино было 44 и связанных с LNG - 3 случая. Количество аварий, связанных с транспортом и повлекших эффект домино, происходит в 20% случаев, остальные 80% - аварии в различных стационарных сооружениях. В основном, больше всего аварий, связанных с LPG, происходит на очистительных заводах.

Из вышеуказанных исследований следует, что взрывы (57%) являются более частой причиной эффекта домино, чем пожары (43%) (см. рисунок 34).

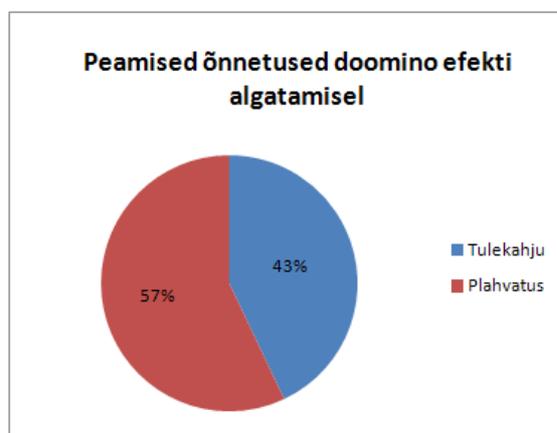


Рисунок 34. Главные причины возникновения эффекта домино

Самая большая вероятность эффекта домино в особо опасной зоне (Re). Потенциальные сценарии аварий с эффектом домино приведены в главе 8.5.2.

³⁶ Bahman Abdolhamidzadeh, Tasneem Abbasi, D. Rashtchian, S.A. Abbasi. *Domino effect in process-industry accidents - An inventory of past events and identification of some patterns*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries (2010)

³⁷ Bahman Abdolhamidzadeh, Tasneem Abbasi, D. Rashtchian, S.A. Abbasi. *Domino effect in process-industry accidents - An inventory of past events and identification of some patterns*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries (2010)

8.4. Оценка вероятности и серьезности наступления кризисных ситуаций

Частота наступления различных сценариев кризисных ситуаций определяется с помощью упрощенного метода ETA (*Event Tree Analysis*) - метода анализа древа событий. Данный метод показывает как нежелательное событие может повлечь за собой ряд различных последствий. Каждому ответвлению древа событий присваивается соответствующая вероятность и затем определяются конечные вероятности последствий (вероятность каждого последствия - это произведение частоты наступления опасного начального события и вероятностей всех событий, которые приводят к данному последствию). Для оценки частот наступления и разветвления древа событий используют общепризнанные базы данных.

Древа событий в случае утечки LNG и утечки LPG приведены на рисунках 35 и 36.

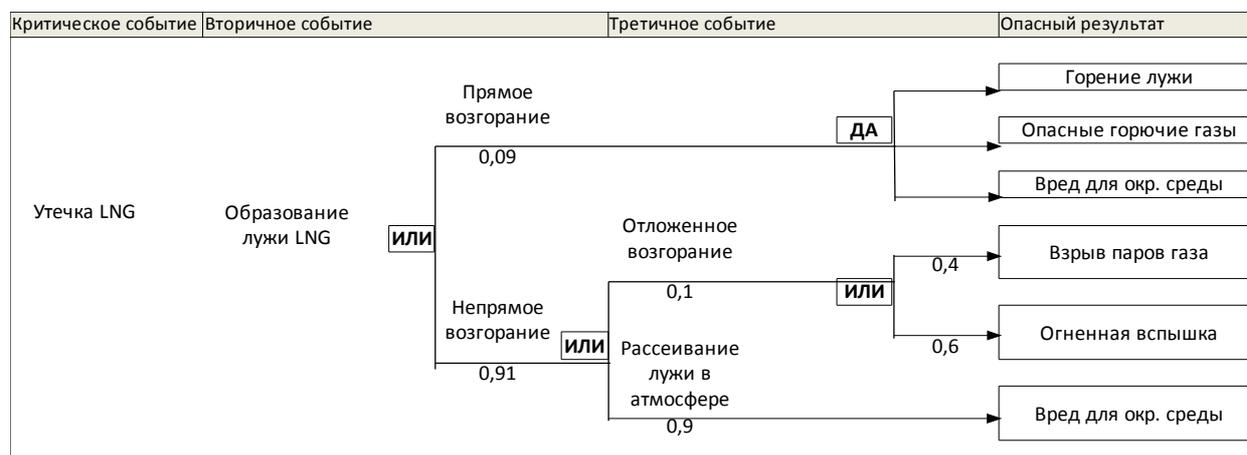


Рисунок 35. Древо событий LNG

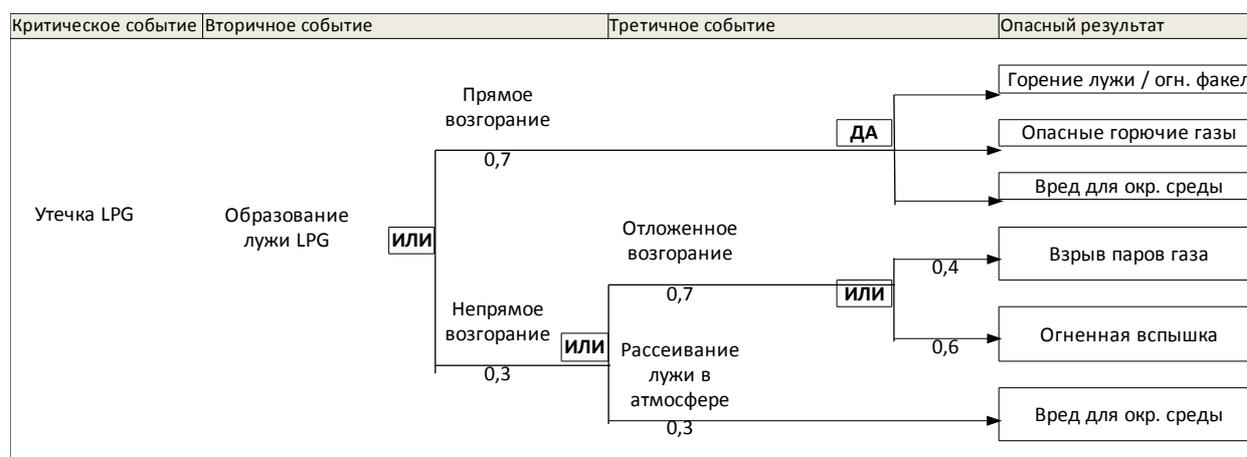


Рисунок 36. Древо событий LPG

8.4.1. Разгрузка и погрузка продуктов

Вероятности происшествия крупных аварий и степень тяжести их последствий в случае разгрузки и погрузки продуктов, приведены в таблице 19.

Таблица 19

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
Ж/Д ПОГРУЗОЧНАЯ ЭСТАКАДА LPG					
Ж/д погрузочная эстакада LPG	Высвобождение всего содержимого (в течение 10 минут)	1.1	Огненная лужа	P5	C2
		1.2	Взрыв парового облака	P5	C3
		1.3	Огненная вспышка	P5	C2
		1.4	Рассеивание парового облака	P5	C1
	Утечка погрузочного рукава LPG	1.5	Огненная лужа	P3	C2
		1.6	Взрыв облака пара	P4	C2
		1.7	Огненная вспышка	P4	C1
		1.8	Рассеивание парового облака	P3	C1
	Полное разрушение погрузочного рукава LPG	1.9	Огненная лужа	P4	C2
		1.10	Взрыв парового облака	P5	C3
		1.11	Огненная вспышка	P5	C1
		1.12	Рассеивание парового облака	P4	C1
	BLEVE в ж/д цистерне	1.13	BLEVE	P5	C4

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
ПОГРУЗОЧНАЯ ЭСТАКАДА LPG ДЛЯ МАШИН					
Погрузочная эстакада LPG для машин	Высвобождение всего содержимого (в течение 10 минут)	2.1	Огненная лужа	P6	C2
		2.2	Взрыв парового облака	P6	C3
		2.3	Огненная вспышка	P6	C2
		2.4	Рассеивание парового облака	P7	C1
	Утечка погрузочного рукава LPG	2.5	Огненная лужа	P3	C2
		2.6	Взрыв парового облака	P3	C2
		2.7	Огненная вспышка	P3	C1
		2.8	Рассеивание парового облака	P3	C1
	Полное разрушение погрузочного рукава LPG	2.9	Огненная лужа	P4	C2
		2.10	Взрыв парового облака	P4	C3
		2.11	Огненная вспышка	P4	C2
		2.12	Рассеивание парового облака	P4	C1
	BLEVE в машине-цистерне	2.13	BLEVE	P5	C4
ПОГРУЗКА LPG НА ПРИЧАЛЕ					
Погрузка LPG на причале	Утечка погрузочного рукава LPG	3.1	Огненная лужа	P3	C2
		3.2	Взрыв парового	P4	C2

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
			облака		
		3.3	Огненная вспышка	P3	C1
		3.4	Рассеивание парового облака	P4	C1
	Полное разрушение погрузочного рукава LPG	3.5	Огненная лужа	P4	C2
		3.6	Взрыв парового облака	P5	C3
		3.7	Огненная вспышка	P4	C2
		3.8	Рассеивание парового облака	P5	C1
	ПОГРУЗКА LNG НА ПРИЧАЛЕ				
Погрузка LNG на причале	Утечка погрузочного рукава LNG	4.1	Огненная лужа	P4	C2
		4.2	Взрыв парового облака	P5	C2
		4.3	Огненная вспышка	P5	C1
		4.4	Рассеивание парового облака	P3	C1
	Полное разрушение погрузочного рукава LNG	4.5	Огненная лужа	P5	C2
		4.6	Взрыв парового облака	P6	C3
		4.7	Огненная вспышка	P6	C2
		4.8	Рассеивание парового облака	P4	C1

8.4.2. Складирование и хранение

Вероятности происшествия крупных аварий и степень тяжести их последствий в случае складирования и хранения LNG и LPG приведены в таблице 20.

Таблица 20

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
ПАРК РЕЗЕРВУАРОВ LNG					
Парк резервуаров LNG	Мгновенное высвобождение всего содержимого из резервуара LNG	5.1	Огненная лужа	>P7	C3
		5.2	Взрыв парового облака	>P7	C4
		5.3	Огненная вспышка	>P7	C3
		5.4	Рассеивание парового облака	P7	C2
ПАРК РЕЗЕРВУАРОВ LPG					
Парк резервуаров LPG	Высвобождение всего содержимого (в течение 10 минут)	6.1	Огненная лужа	P5	C2
		6.2	Взрыв парового облака	P6	C3
		6.3	Огненная вспышка	P5	C2
		6.4	Рассеивание парового облака	P6	C1
	Непрерывное высвобождение содержимого через 10 см	6.5	Огненная лужа	P3	C2
		6.6	Взрыв парового облака	P4	C3
		6.7	Огненная вспышка	P3	C2
		6.8	Рассеивание парового облака	P4	C1
	BLEVE в резервуаре	6.9	BLEVE	P5	C4

8.4.3. Трубопровод

Вероятности происшествия крупных аварий и степень тяжести их последствий в случае трубопровода LNG и LPG приведены в таблице 21.

Таблица 21

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
ТРУБОПРОВОД ПРИРОДНОГО ГАЗА (ОТ ТЕРМИНАЛА ДО СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ПУНКТА)					
Трубопровод природного газа (от терминала до соединительного пункта)	Утечка	7.1	Огненный факел	P4	C2
		7.2	Взрыв парового облака	P5	C4
		7.3	Огненная вспышка	P5	C2
		7.4	Рассеивание газового облака	P3	C1
ТРУБОПРОВОД LNG НА ПРИЧАЛ					
Трубопровод LNG, ведущий на причал	Полный разрыв трубы	8.1	Огненная лужа	P4	C2
		8.2	Взрыв парового облака	P5	C4
		8.3	Огненная вспышка	P5	C2
		8.4	Рассеивание парового облака	P4	C2
	Утечка	8.5	Огненная лужа	P4	C2
		8.6	Взрыв парового облака	P4	C2
		8.7	Огненная вспышка	P4	C2
		8.8	Рассеивание парового облака	P3	C1
ТРУБОПРОВОД LPG НА ПРИЧАЛ					
Трубопровод LPG, ведущий на причал	Полный разрыв трубы	9.1	Огненная лужа	P3	C2
		9.2	Взрыв парового облака	P4	C3
		9.3	Огненная вспышка	P4	C2
		9.4	Рассеивание парового облака	P4	C1
	Утечка	9.5	Огненная лужа	P3	C2

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
		9.6	Взрыв парового облака	P4	C2
		9.7	Огненная вспышка	P4	C2
		9.8	Рассеивание парового облака	P4	C1

8.4.4. Матрица рисков и приоритетные сценарии

На рисунке 37 приведена матрица рисков терминала, куда занесены различные сценарии развития кризисных ситуаций, с учетом вероятности происшествия аварии и возможных последствий.

В е р о я т н о с т ь	P1 (10-2/a)				
	P2 (10-3/a)				
	P3 (10-4/a)	1.8; 2.7; 2.8; 3.3; 4.4; 7.4; 8.8;	1.5; 2.5; 2.6; 3.1; 6.5; 6.7; 9.1; 9.5;		
	P4 (10-5/a)	1.7; 1.12; 2.12; 3.4; 4.8; 6.8; 9.4; 9.8;	1.6; 1.9; 2.9; 2.11; 3.2; 3.5; 3.7; 4.1; 8.1; 8.4; 8.5; 8.6; 8.7; 9.3; 9.6; 9.7;	2.10; 6.6; 7.1; 9.2;	
	P5 (10-6/a)	1.4; 1.11; 3.8; 4.3;	1.1; 1.3; 4.2; 4.5; 6.1; 6.3; 7.3; 8.3;	1.2; 1.10; 3.6;	1.13; 2.13; 6.9; 7.2; 8.2;
	P6 (10 ⁻⁷ /a)	6.4;	2.1; 2.3; 4.7;	2.2; 4.6; 6.2;	
	P7 (10 ⁻⁸ /a ja >)	2.4;			
		Очень незначительные C1	Легкие C2	Тяжелые C3	Очень тяжкие C4 →
Степень тяжести последствий					

Рисунок 37. Матрица рисков терминала LNG и LPG

Главные и приоритетные возможные сценарии кризисных ситуаций приведены в таблице 22 (согласно матрице рисков). Красным в таблице обозначены сценарии с тяжелыми последствиями, в случае которых последствия аварии могут протянуться за пределы территории терминала (в т.ч. эффект домино). Зоны опасности этих сценариев, а также описание и оценка их последствий приведены в главе 8.5.2.

Таблица 22. Приоритетные сценарии кризисных ситуаций

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
Ж/д эстакада LPG	Утечка LPG из погрузочного рукава	1.5	Огненная лужа	P3	C2
	BLEVE в ж/д цистерне	1.13	BLEVE	P5	C4
Эстакада машин-цистерн LPG	Утечка LPG из погрузочного рукава	2.5	Огненная лужа	P3	C2
		2.6	Взрыв парового облака	P3	C2
	Полное разрушение погрузочного рукава LPG	2.10	Взрыв парового облака	P4	C3
	BLEVE в машине-цистерне	2.13	BLEVE	P5	C4
Погрузка LPG на причале	Утечка LPG из погрузочного рукава	3.1	Огненная лужа	P3	C2
Парк резервуаров LPG	Непрерывное высвобождение содержимого через 10 см	6.5	Огненная лужа	P3	C2
		6.6	Взрыв парового облака	P4	C3
		6.7	Огненная вспышка	P3	C2
	BLEVE в резервуаре	6.9	BLEVE	P5	C4
Трубопровод с природным газом (от терминала до соединительного пункта)	Утечка	7.1	Огненный факел	P4	C2
		7.2	Взрыв парового облака	P5	C4
Трубопровод	Полный разрыв	8.2	Взрыв парового	P5	C4

Место происшествия аварии	Сценарий кризисной ситуации	Обозначение	Результат крупной аварии	Вероятность происшествия крупной аварии	Степень тяжести последствий
LNG на причал	трубы		облака		
Трубопровод LPG на причал	Полный разрыв трубы	9.1	Огненная лужа	P3	C2
		9.2	Взрыв парового облака	P4	C3
	Утечка	9.5	Огненная лужа	P3	C2

8.5. Оценка и описание степени тяжести и протяженности последствий аварий

8.5.1. Опасные зоны

Зона опасности – это пространство, в пределах которого в результате произошедшей на производстве аварии возникает опасность для жизни и здоровья людей или недвижимости. Опасная зона показывает, насколько далеко может протянуться влияние аварии.

8.5.1.1 Опасные зоны, связанные с LPG

Сценарий 1.13

BLEVE в ж/д цистерне (110 м³): диаметр огненного шара 215 м и длительность 14 секунд. Опасные зоны приведены в нижеследующей таблице и графически на рисунке 38.

Классификация опасной зоны	Кратковременное (до 20 сек) тепловой излучение кВт/м ²		Среднедлительное (до 100 сек) тепловой излучение кВт/м ²	Длительное (более 15 мин) тепловой излучение кВт/м ²
	Опасность для людей	Опасность для сооружений	Опасность для людей	Опасность для сооружений
Крайне опасная зона	309	246	381	407
Очень опасная зона	501		560	
Опасная зона	560		789	

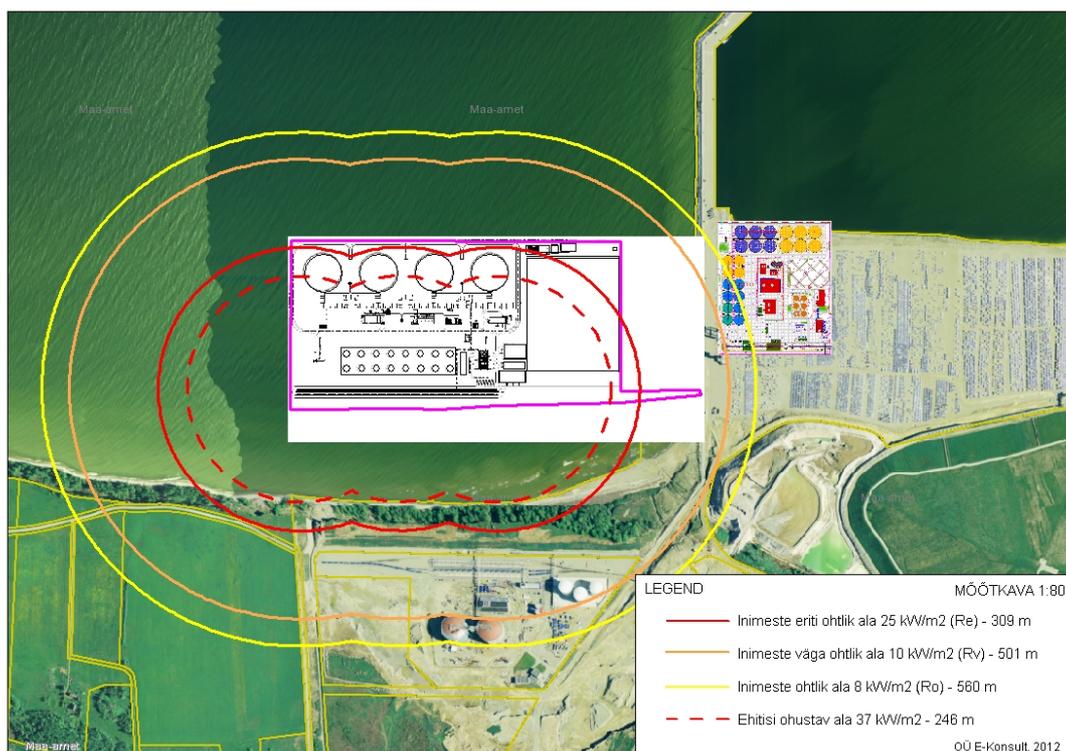


Рисунок 38. Опасные зоны согласно сценарию 1.13

Сценарий 2.10

Опасная зона, образующаяся при взрыве газового облака, в случае полного разрушения погрузочного рукава для машин с LPG, приведена в нижеследующей таблице и на рисунке 39.

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей)	Избыточное давление (опасность для сооружений)
Крайне опасная зона	42	62
Очень опасная зона	54	92
Опасная зона	76	282

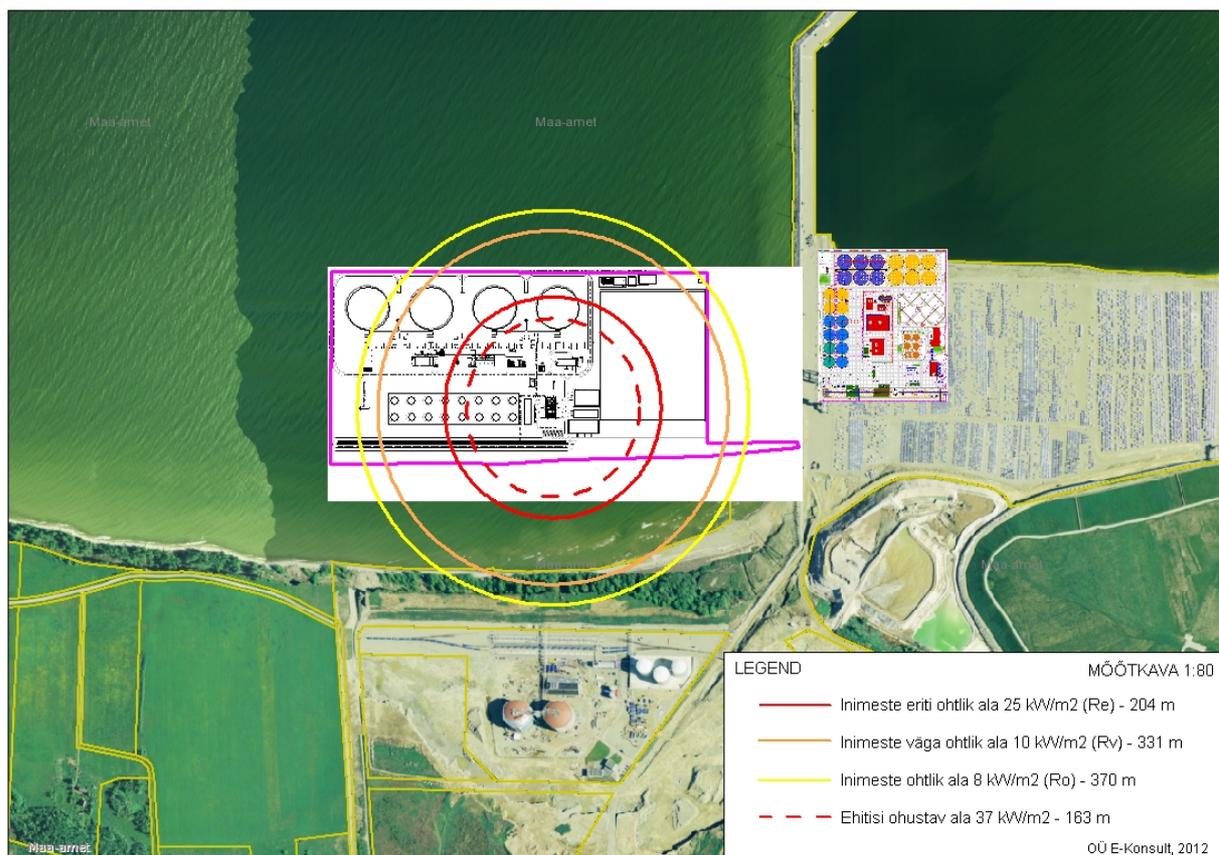


Рисунок 39. Опасные зоны согласно сценарию 2.10

Сценарий 2.13

BLEVE в машине-цистерне (30 м³): диаметр огненного шара 139 м и длительность 10 секунд. Опасные зоны приведены в нижеследующей таблице и графически на рисунке 40.

Классификация опасной зоны	Кратковременное (до 20 сек) тепловой излучение кВт/м ²		Среднедлительное (до 100 сек) тепловой излучение кВт/м ²	Длительное (более 15 мин) тепловой излучение кВт/м ²
	Опасность для людей	Опасность для сооружений	Опасность для людей	Опасность для сооружений
Крайне опасная зона	204	163	250	269
Очень опасная зона	331		370	
Опасная зона	370		521	

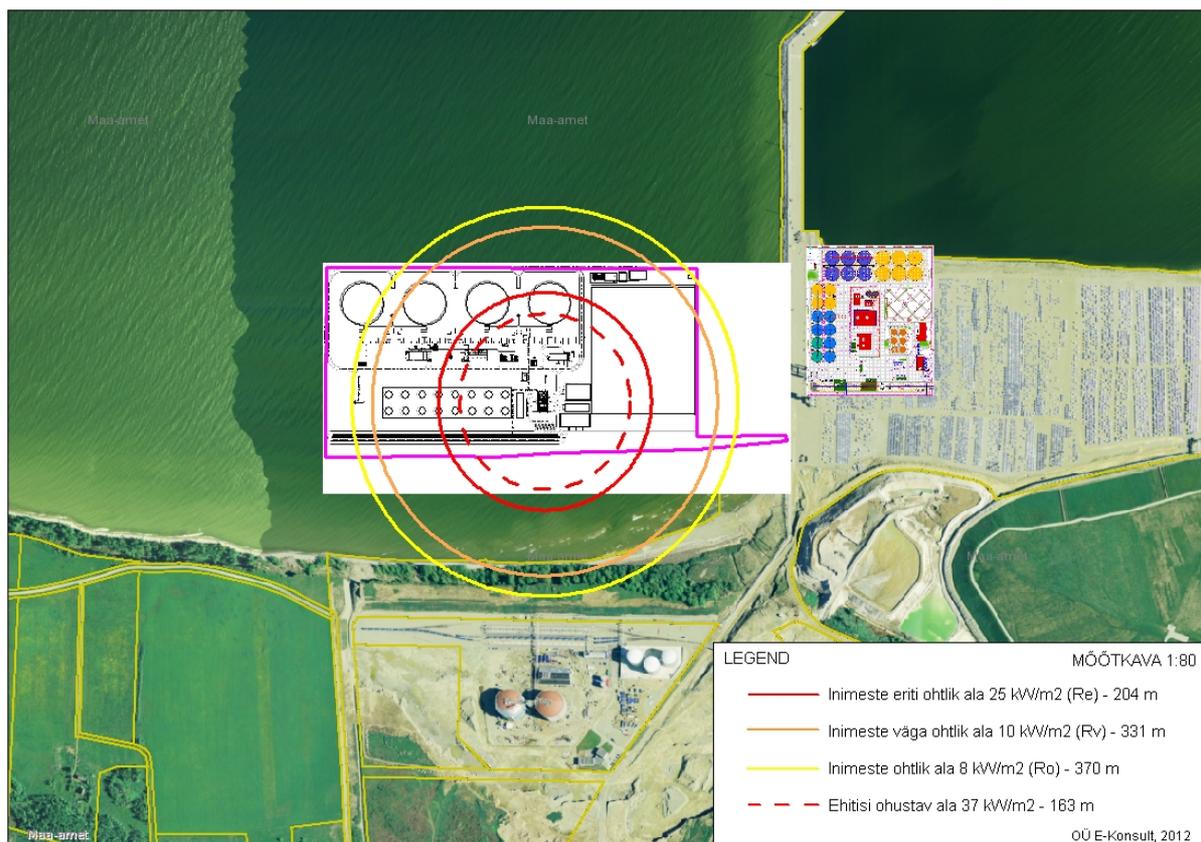


Рисунок 40. Опасные зоны согласно сценарию 2.13

Сценарий 6.6

Опасная зона, образующаяся при взрыве газового облака, в случае утечки LPG из резервуара, приведена в нижеследующей таблице и на рисунке 41.

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей)	Избыточное давление (опасность для сооружений)
Крайне опасная зона	294	388
Очень опасная зона	346	544
Опасная зона	458	1500

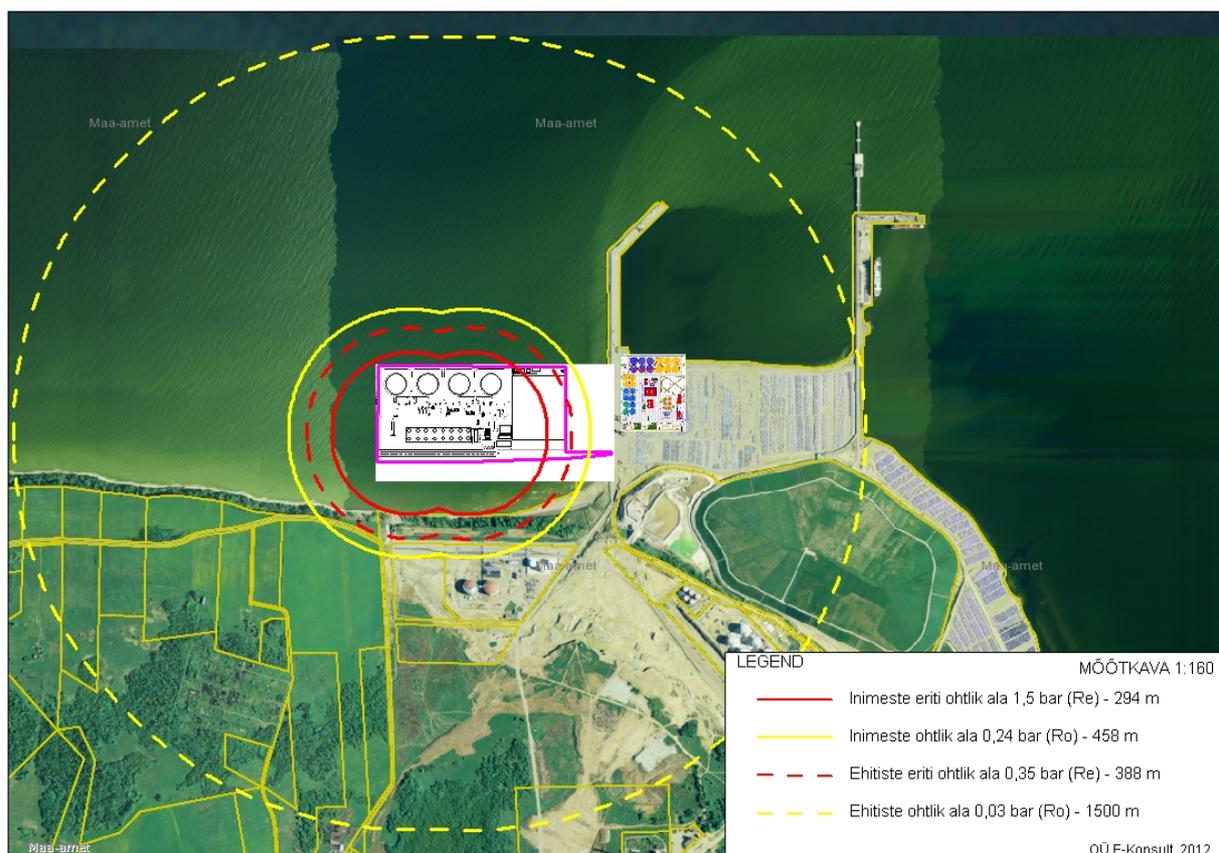


Рисунок 41. Опасные зоны согласно сценарию 6.6

Сценарий 6.9

BLEVE в резервуаре LPG (2000 м³, сферический, диаметр 16 м): диаметр огненного шара 566 м и длительность 28 секунд. Опасные зоны приведены в нижеследующей таблице и графически на рисунке 42.

Классификация опасной зоны	Кратковременное (до 20 сек) тепловой излучение кВт/м ²		Среднедлительное (до 100 сек) тепловой излучение кВт/м ²	Длительное (более 15 мин) тепловой излучение кВт/м ²
	Опасность для людей	Опасность для сооружений	Опасность для людей	Опасность для сооружений
Крайне опасная зона	774	614	956	1000
Очень опасная зона	1300		1400	
Опасная зона	1400		2000	

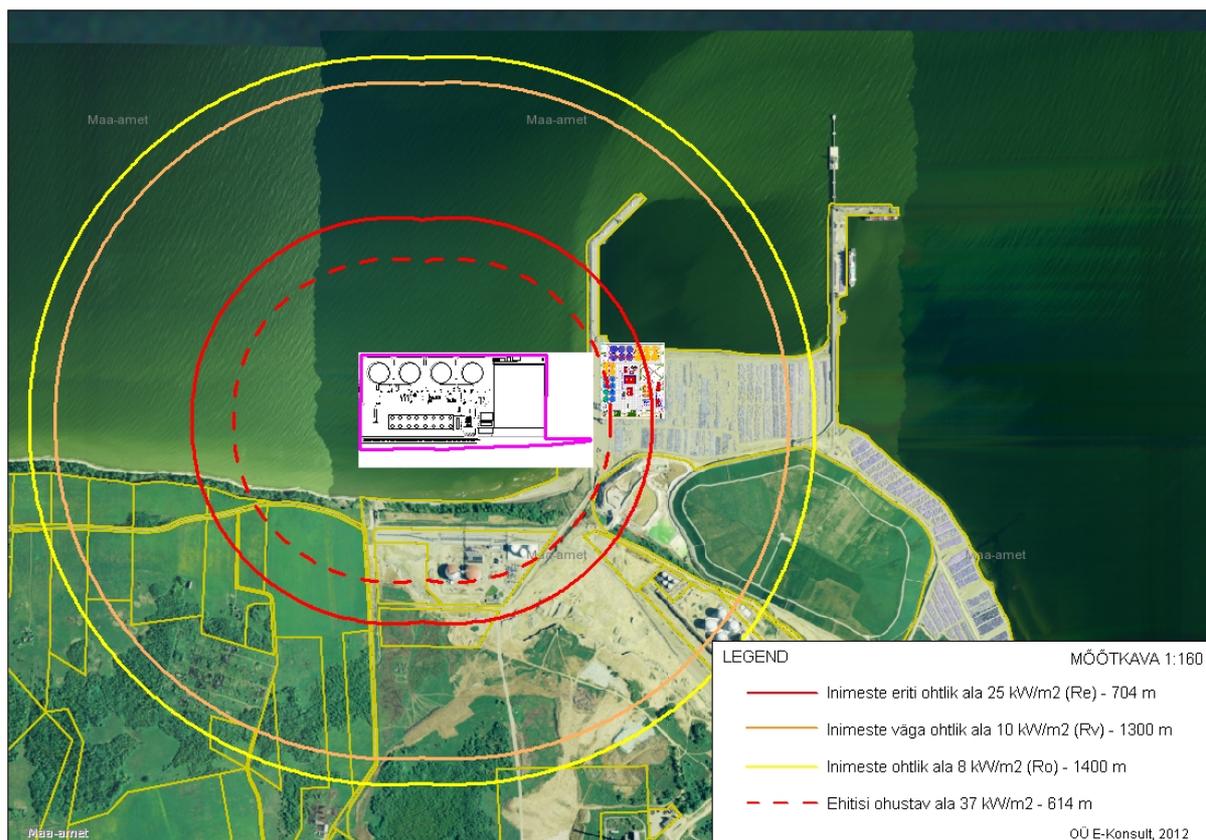


Рисунок 42. Опасные зоны согласно сценарию 6.9

Сценарий 9.2

Опасная зона, образующаяся при взрыве газового облака, в случае полного разрушения трубопровода с LPG (терминал - причал), приведена в нижеследующей таблице и на рисунке 43.

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей)	Избыточное давление (опасность для сооружений)
Крайне опасная зона	187	244
Очень опасная зона	221	351
Опасная зона	291	1000

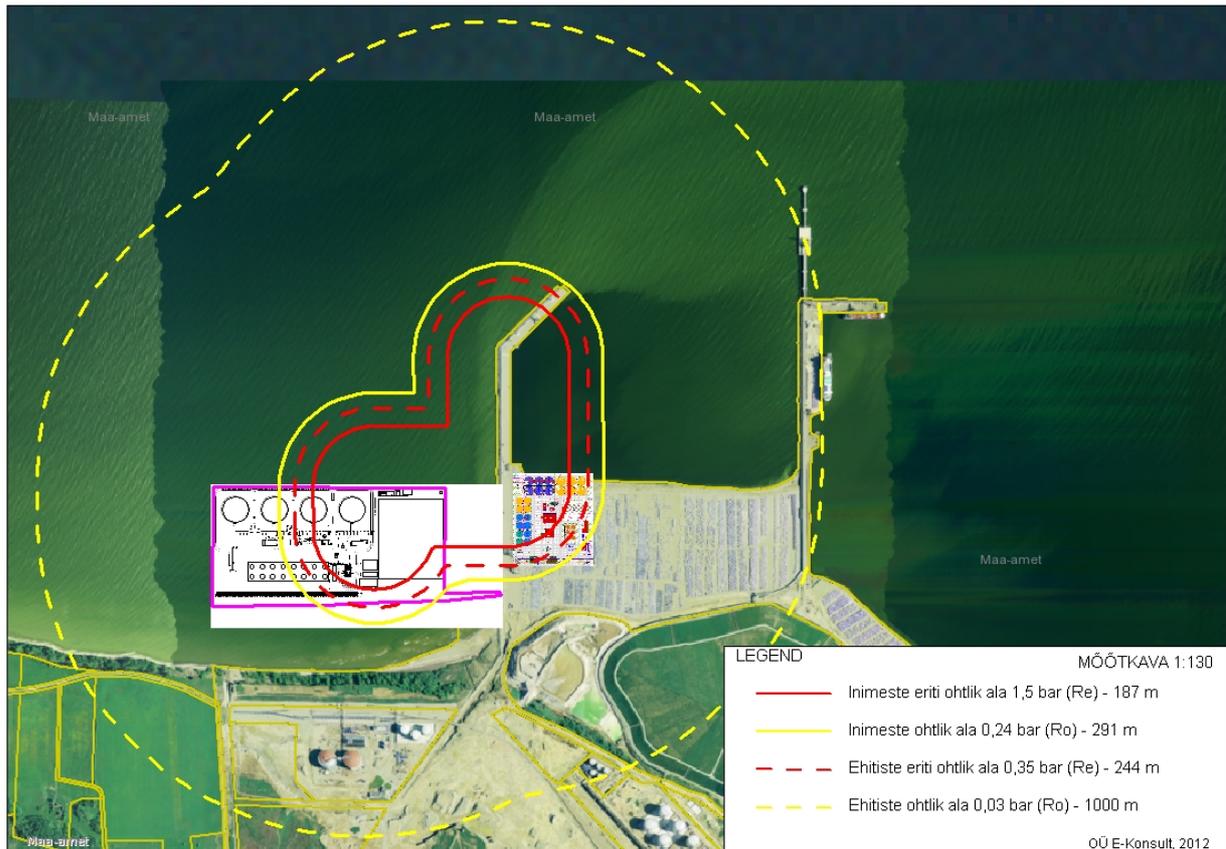


Рисунок 43. Опасные зоны согласно сценарию 9.2

8.5.1.2 Опасные зоны, связанные с LNG

Сценарий 7.2

Опасная зона, образуемая при взрыве газового облака, в случае утечки трубопровода с природным газом, приведена в нижеследующей таблице и на рисунке 44.

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей)	Избыточное давление (опасность для сооружений)
Крайне опасная зона	55	79
Очень опасная зона	71	107
Опасная зона	92	281

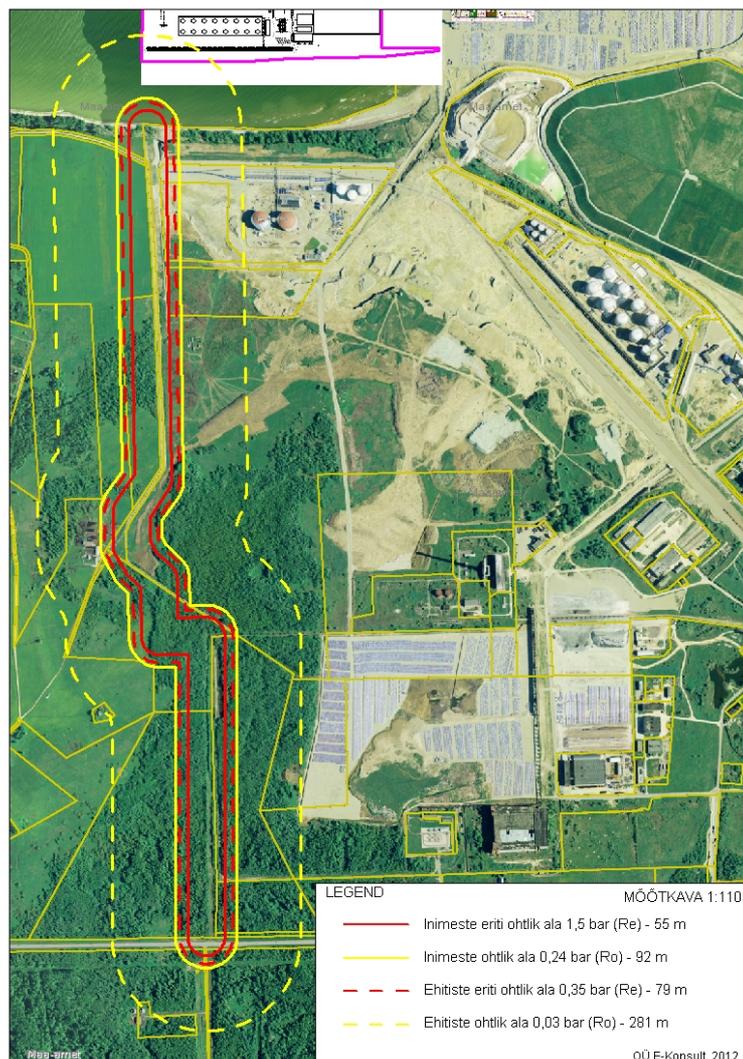


Рисунок 44. Опасные зоны согласно сценарию 7.2

Сценарий 8.2

Опасная зона, образуемая при взрыве газового облака, в случае полного разрушения трубопровода LNG (терминал - причал) приведена в нижеследующей таблице и на рисунке 45.

Классификация опасной зоны	Избыточное давление (опасность для людей)	Избыточное давление (опасность для сооружений)
Крайне опасная зона	136	190
Очень опасная зона	162	280
Опасная зона	230	844

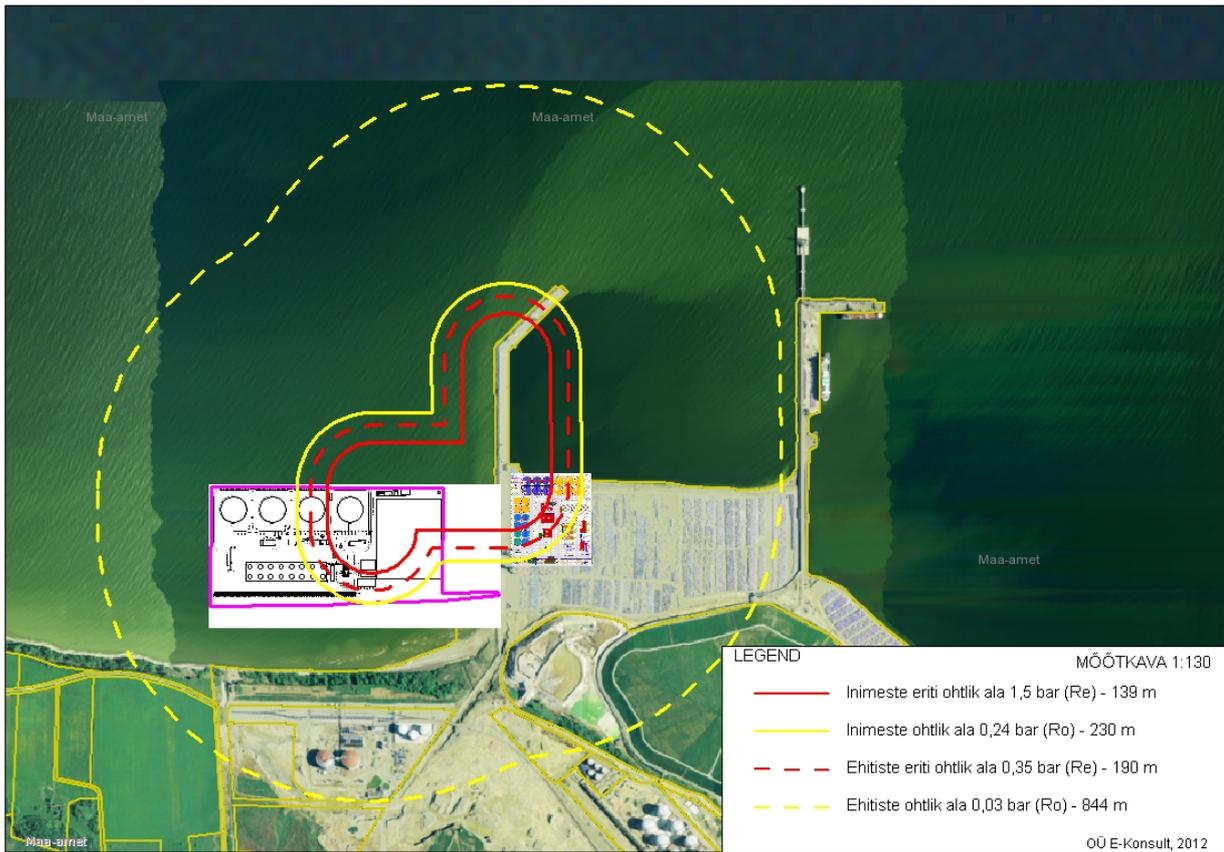


Рисунок 45. Опасные зоны согласно сценарию 8.2

8.5.2. Последствия аварий

В нижеследующей таблице описаны последствия аварий в пределах опасной зоны (также оценивается возможность образования эффекта домино).

Таблица 23. Описания и оценки последствий аварий

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
Погрузочная ж/д эстакада LPG					
1.13	BLEVE в ж/д цистерне с LPG (огненный шар и разлетающиеся в стороны фрагменты)	В радиусе 309 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. По всей вероятности, в радиусе действия огненного шара (215 м) погибают все люди, не имеющие защиты (во внешних условиях). Особо опасная зона не достигает других терминалов.	В радиусе 560 м люди, не имеющие защиты, могут получить ожоги различной степени тяжести. В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов, рабочие АО ВСТ и причала. Маловероятно, что находящиеся снаружи работники АО ВСТ могут получить повреждения, поскольку глинт уменьшает опасную зону теплового излучения.	В радиусе 246 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Не является причиной эффекта домино на соседних терминалах, однако BLEVE может спровоцировать секундарные возгорания в терминале и повлечь тяжелые последствия из-за разлетевшихся фрагментов цистерны. Тяжелые повреждения могут получить ж/д цистерны LPG и находящиеся рядом резервуары LPG. Предположительно, резервуары LNG не будут повреждены.	
Погрузочная эстакада LPG для машин					
2.10	Полное разрушение погрузочного рукава LPG. Взрыв газового облака	В радиусе 42 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. Особо опасная зона не	В радиусе 76 м люди, не имеющие защиты, могут получить травмы различной степени тяжести.	В радиусе 62 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Не является причиной эффекта домино на соседних терминалах. Серьезные повреждения могут получить машины-цистерны LPG,	В радиусе 282 м легкие повреждения сооружений.

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
	(избыточное давление)	достигает других терминалов.		погрузочное оборудование и расположенные рядом здания.	
2.13	BLEVE LPG в машине-цистерне (огненный шар и разлетающиеся в стороны фрагменты)	В радиусе 204 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. По всей вероятности, в радиусе действия огненного шара (319 м) погибают все люди, не имеющие защиты (во внешних условиях). В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов, рабочие АО ВСТ и причала.	В радиусе 370 м люди, не имеющие защиты, могут получить ожоги различной степени тяжести. Предположительно, находящиеся за пределами терминала люди не пострадают.	В радиусе 163 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Не является причиной эффекта домино на соседних терминалах, однако BLEVE может спровоцировать секундарные возгорания в терминале и повлечь тяжелые последствия из-за разлетевшихся фрагментов машины-цистерны. Тяжелые повреждения могут получить ж/д цистерны LPG и находящиеся рядом резервуары LPG. Предположительно, резервуары LNG не будут повреждены.	
Парк резервуаров LPG					
6.6	Утечка LPG из резервуара Взрыв газового облака (избыточное давление)	В радиусе 294 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. Особо опасная зона не	В радиусе 458 м люди, не имеющие защиты, могут получить травмы различной степени тяжести. Предположительно, находящиеся за пределами	В радиусе 388 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Не является причиной эффекта домино на соседних терминалах. Серьезные повреждения может получить весь терминал.	В радиусе 1500 м легкие повреждения сооружений.

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
		достигает других терминалов.	терминала люди не пострадают.		
6.9	BLEVE в резервуаре (огненный шар и разлетающиеся в стороны фрагменты)	<p>В радиусе 774 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. По всей вероятности, в радиусе действия огненного шара (516 м) погибают все люди, не имеющие защиты (во внешних условиях).</p> <p>В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов, рабочие АО ВСТ и причала.</p>	<p>В радиусе 1400 м люди, не имеющие защиты, могут получить ожоги различной степени тяжести. В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов, рабочие АО ВСТ, АО Alexela Sillamäe и причала, а также жилой район деревни Пяйте. Маловероятно, что рабочие АО ВСТ и АО Alexela Sillamäe, находящиеся за пределами территории предприятий, а также жители деревни Пяйте могут получить повреждения, поскольку глинт уменьшает опасную зону теплового излучения.</p>	<p>В радиусе 614 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Может послужить причиной эффекта домино в соседних терминалах (завод по переработке соевых бобов). BLEVE может спровоцировать вторичные возгорания в терминале и повлечь тяжелые последствия из-за разлетевшихся фрагментов резервуара. Тяжелые повреждения могут получить ж/д цистерны LPG и находящиеся рядом резервуары LNG. В зоне эффекта домино находятся завод по переработке соевых бобов и продуктовый трубопровод АО ВСТ. Маловероятно, что в АО ВСТ (находится на глинте) возникнет эффект домино, поскольку глинт уменьшает опасную зону теплового излучения. В случае BLEVE на заводе по переработке соевых бобов могут возникнуть вторичные возгорания и повреждения сооружений. Помимо этого, при разрушении продуктового трубопровода АО ВСТ может произойти утечка сжиженного аммиака в</p>	

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
				большом количестве, который образует большое ядовитое облако, протянувшееся на многие километры.	
Трубопровод природного газа (от терминала до соединительного пункта)					
7.2	Протечка трубопровода природного газа Взрыв газового облака (избыточное давление)	В радиусе 55 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести.	В радиусе 92 м люди, не имеющие защиты, могут получить травмы различной степени тяжести.	В радиусе 79 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Не является причиной эффекта домино на соседних терминалах.	В радиусе 281 м легкие повреждения сооружений.
Трубопровод LNG, ведущий на причал					
8.2	Полный разрыв трубопровода LNG Взрыв газового облака (избыточное давление)	В радиусе 136 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов и рабочие причала.	В радиусе 230 м люди, не имеющие защиты, могут получить травмы различной степени тяжести. В опасной зоне находится завод по переработке соевых бобов, рабочие АО ВСТ и причала. Маловероятно, что находящиеся снаружи работники АО ВСТ могут получить повреждения,	В радиусе 190 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Может послужить причиной эффекта домино в соседних терминалах (завод по переработке соевых бобов). Взрыв газового облака может повлечь за собой тяжкие последствия в терминале. Очень тяжелые повреждения может получить продуктовый трубопровод LPG. В зоне эффекта домино находятся	В радиусе 844 м легкие повреждения сооружений.

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
			поскольку глинт уменьшает опасную зону избыточного давления.	завод по переработке соевых бобов и продуктовый трубопровод АО ВСТ. В результате взрыва газового облака на заводе по переработке соевых бобов, могут получить повреждения сооружения, образоваться секундарные возгорания, а также возникнуть простои рабочего процесса. Помимо этого, при разрушении продуктового трубопровода АО ВСТ может произойти утечка сжиженного аммиака в большом количестве, который образует большое ядовитое облако, протянувшееся на многие километры.	
Трубопровод LPG, ведущий на причал					
9.2	Полный разрыв трубопровода LPG Взрыв газового облака (избыточное давление)	В радиусе 187 м погибает по меньшей мере 50% незащищенных людей и получает повреждения различной степени тяжести. В опасной зоне находится	В радиусе 291 м люди, не имеющие защиты, могут получить травмы различной степени тяжести. В опасной зоне находится завод по переработке соевых	В радиусе 244 м повреждения зданий составляют более 50% от их объема. Может послужить причиной эффекта домино в соседних терминалах (завод по переработке соевых бобов). Взрыв газового облака может повлечь за	В радиусе 1000 м легкие повреждения сооружений.

Обозначение	Сценарий крупной аварии	Опасность для людей		Опасность для сооружений	
		Re	Ro	Re (в т.ч. возможность эффекта домино)	Ro
		завод по переработке соевых бобов и рабочие причала.	бобов, рабочие АО ВСТ и причала. Маловероятно, что находящиеся снаружи работники АО ВСТ могут получить повреждения, поскольку глинт уменьшает опасную зону избыточного давления.	собой тяжкие последствия в терминале. Очень тяжелые повреждения может получить продуктовый трубопровод LNG. В зоне эффекта домино находятся завод по переработке соевых бобов и продуктовый трубопровод АО ВСТ. В результате взрыва газового облака на заводе по переработке соевых бобов, могут получить повреждения сооружения, образоваться секундарные возгорания, а также возникнуть простои рабочего процесса. Помимо этого, при разрушении продуктового трубопровода АО ВСТ может произойти утечка сжиженного аммиака в большом количестве, который образует большое ядовитое облако, протянувшееся на многие километры.	

8.6. Выводы и итоги

Согласно постановлению нр. 40 министра экономики и коммуникаций от 8 июня 2011 года *Нижняя граница опасности химикалий и предельное содержание опасных химикалий, а также порядок определения категории опасности предприятия с опасным производством*, планируемое предприятие относится к категории А предприятий с опасным производством.

Такое предприятие может заниматься обработкой химикалий на основании единого разрешения на деятельность (§ 13 закона о химикалиях). Для получения разрешения на деятельность необходимо представить ходатайство в Департамент Технического Надзора. Вместе с ходатайством предприятие должно предоставить следующие документы:

- в случае предприятия с опасным производством категории А информационный лист, отчет по безопасности (в т.ч. описание системы обеспечения безопасности), а также план действий предприятия в кризисных ситуациях.

Согласно разделу 6 § 13 *Закона о химикалиях*, все документы необходимо предоставить для согласования в разумный срок до применения внесенных в документы изменений, которые могли бы повлечь за собой опасность крупных аварий или ее увеличение. Документы необходимо согласовать с компетентными учреждениями:

- Департамент Технического Надзора в случае информационных листов и описания системы обеспечения безопасности;
- Департамент Технического Надзора в сотрудничестве со Спасательным департаментом в случае рискованного анализа и отчета по безопасности;
- Спасательный департамент в случае плана действий предприятия в кризисных ситуациях.

Планируемый терминал увеличивает общий риск крупных аварий в порту Силламяэ, поскольку в опасной зоне будущего терминала находятся как уже существующие, так и планируемые предприятия с опасным производством категорий А и В.

Из матрицы рисков выяснилось, что крупная авария с самыми тяжкими последствиями может произойти при обработке LPG: BLEVE в резервуаре или же взрыв паровых газов, образовавшихся в результате утечки резервуара. Последствия могут распространиться на

расстояние до 1500 м. Последствия аварии могут эскалировать и охватить также другие сооружения *Терминала*.

Учитывая статистику и произошедшие аварии, обработка LNG имеет в разы меньший уровень риска, чем обработка LPG. Особую опасность при обработке сжиженного природного газа представляют собой его физические и химические свойства. Наиболее вероятная авария в случае обработки LNG может произойти в продуктовом трубопроводе. Опасная зона аварии может протянуться на расстояние 816 м.

Планируемый *Терминал* находится на расстоянии 3 км от плотной застройки. Зоны опасного влияния *Терминала* не достигают жилых районов города Силламяэ. Деревни Пяйте зона опасного влияния достигает лишь в случае очень неблагоприятных условий. Обработка LNG и LPG в *Терминале* несущественно увеличивает риск для жителей близлежащих окрестностей. Риск для местных жителей возникает при транспортировке LPG. Главное место, где может возникнуть авария - это пересечение железной дороги и шоссе Таллинн-Нарва. В случае BLEVE в ж/д цистерне опасность для людей представляет зона радиусом 560 м, для зданий - 246 м. Для снижения рисков крайне необходимо строительство виадука. До тех пор транспортировка LPG по шоссе Таллинн-Нарва с плотным движением недопустима без применения дополнительных мер безопасности.

Для обеспечения безопасности планируемый *Терминал* находится в благоприятном месте. От разрушающего воздействия возможных взрывов, огненных луж и пр. существующие предприятия порта Силламяэ защищает 20-метровый глинт. Помимо этого, *Терминал* защищен от других предприятий с опасным производством.

Вероятность аварии соединительного трубопровода природного газа очень мала, т.к. газовая трасса пролегает под землей и имеет защитный пояс, согласно постановлению нр. 212 Правительства Республики от 2 июля 2012 *Размеры охранных зон и зон обслуживания газовых установок категории D*. Повреждения трубопровода могут иметь место в случае земляных работ. Для предотвращения подобных повреждений при выдаче разрешений на строительство и на земляные работы необходимо очень точно учитывать расположение газовых трасс.

Вероятность возникновения эффекта домино не исключена. Наибольший риск представляют собой близлежащие предприятия и существующий продуктовый трубопровод АО ВСТ. Образовавшийся эффект домино послужил бы причиной очень тяжелых последствий на соседних предприятиях (см. главу 8.5.1.1). В случае разрушения

продуктового трубопровода с аммиаком опасная зона может протянуться на несколько километров.

- Для того, чтобы избежать риска возникновения эффекта домино, разработчик должен проводить совместную работу по обмену соответствующей информацией, а также по информированию общественности и соседних объектов.
- Для уменьшения опасности крупных аварий предприятия в своих отчетах по безопасности и планах реагирования в кризисных ситуациях должны учитывать характер аварии и область ее распространения, а также информировать общественность и учреждения, которые отвечают за подготовку и составление планов реагирования в кризисных ситуациях.

Применение эффективных мер по предупреждению кризисных ситуаций, набор компетентных людей и их постоянное обучение, строгое следование рабочим предписаниям, описание возможных опасностей в должностных и рабочих руководствах, а также регулярный контроль и обслуживание технических систем уменьшают вероятность возникновения крупных аварий в планируемом терминале.

9. Методы по уменьшению влияния негативных воздействий

9.1. Методы для снижения опасных рисков

При дальнейшем проектировании и строительстве *Терминала* необходимо следовать соответствующим признанным стандартам и требованиям действующих в Эстонии законодательных актов.

Основные стандарты:

- EVS-EN 1473:2007 - Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of onshore installations;
- NFPA 59A - Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG);
- NFPA 58 - Liquefied Petroleum Gas Code;
- API STANDARD 2510 - Design and Construction of LPG Installations.

Терминал должен быть оснащен:

1. Системой аварийной остановки, которая позволяет эффективно и безопасно остановить все оборудование или его часть до аварии;
2. Достаточным количеством газовых детекторов и датчиков пламени;
3. Резервуары LPG изолированы и отгорожены валом. Вал должен быть оснащен дренажной системой для отвода дождевых вод;
4. Резервуары LNG окружены валом для ограничения утечек, благодаря чему вылившуюся жидкость можно направить обратно в бассейн, который оснащен системой гашения пены;
5. Необходимо выстроить систему камер слежения, которая охватывала бы весь *Терминал*;
6. Для защиты трубопровода, соединяющего *Терминал* с причалом, необходимо на протяжении всего трубопровода построить защитное сооружение, чтобы предотвратить повреждения трубопровода машинами, передвигающимися по территории порта, в случае их съезда с дороги. В практике дорожного

строительства и эксплуатации в качестве дорожных ограждений применяют оградительные барьеры. Для проектирования оградительных барьеров, способных вынести нагрузку тяжелых грузовых машин, производят инженерные расчеты исходя из положений Эстонского Стандарта нр. EVS – EN 1317-2:1999 *Системы дорожных ограждений. Часть 2: Классы эксплуатационных свойств оградительных барьеров, условия пробоя заграждений и методы испытаний*;

7. Все процессы и резервуары необходимо снабдить различными интегрированными системами слежения (давление, температура, скорость), которые в случае отклонений автоматически и безопасно останавливают работу всего процесса или его конкретной части;
8. В случае сбоя электричества для безопасного продолжения или приостановления работы в *Терминале* должен быть установлен дизельный генератор/-ы достаточной мощности;
9. Автоматическими системами пожаротушения: спринклерная система, беспилотные мониторы пены/воды, система контроля за наводнением, система пеногасителей, пожарные гидранты и распределительные трубы для аммиака, покрывающие всю площадь;
10. Погрузочное оборудование должно быть снабжено соединениями PERC (Powered Emergency Release Couplings), которые обеспечивают быстрое отсоединение погрузочного рукава от танкера.

Согласно рисковому анализу, самый крупный риск за пределами предприятия - это возможное столкновение машины с поездом на месте пересечения шоссе Таллинн - Нарва с железной дорогой. На данный момент ведутся работы по планированию и проектированию, которые также охватывают строительство двухуровневого перекрестка. До того как будет готов двухуровневый перекресток, утвердитель должен взвесить возможность введения дополнительных мер безопасности во время движения ж/д состава с LPG при его полной загрузке. Подходящее мероприятие для этого - установка пилотируемой охраны на время пересечения перекрестка поездом с LPG.

9.2. Методы по предотвращению светового загрязнения

При проектировании и установке осветительных сооружений в *Терминале* необходимо учитывать, чтобы ни один источник света (за исключением огней безопасности и сигнальных огней) не освещал бы территории за пределами *Терминала*. Это позволяют

обеспечить лампы с качественными рефлекторами и осветительные приборы, которые не излучают выше, чем на 70 градусов от надира. Осветительные приборы можно устанавливать только горизонтально по отношению к земной поверхности, если же лампы без светового загрязнения, то их устанавливают в нужном положении. Освещение должно быть спроектировано направленным к центру территории, а не от центра к периферии. Современные экономичные лампы дают свет с лучшим спектральным распределением. В таком случае обеспечивается хорошая видимость уже при более низких показателях освещения.

10. Сравнение альтернатив

В качестве альтернатив сооружению терминала по перегрузке сжиженных газов рассматривают:

1. 0-альтернатива, т.е. отказ от планируемой деятельности;
2. планируемая деятельность, т.е. строительство *Терминала* согласно *Проекту*;
3. отказ от обработки LPG и обработка только LNG.

При сравнении альтернатив был использован т.н. метод парного сравнения (Пыдер, Т. 2005). В случае этого метода альтернативы сравнивают попарно на основании всех критериев и дают количественную оценку тому, какая из альтернатив лучше. Признанная лучшей альтернатива получает оценку 1, признанная худшей - 0, если альтернативы равны, то обе получают по 0,5. Пункты суммируются и делятся на сумму пунктов всех альтернатив. Полученная оценка показывает, каков относительный рейтинг альтернативы на основании выбранного критерия.

При выборе критериев эксперты учитывали все виды воздействий, которые сопутствуют планируемой деятельности или которые возникают при отказе от нее. Поскольку дело имеется с программой, согласованной со стратегией развития, и которая направлена на улучшение стратегической безопасности государства, создает новые рабочие места, а также увеличивает доходную базу местного самоуправления, то критерии были выбраны 1 и 5.

Эксплуатация *Терминала* способствует загрязнению атмосферного воздуха. Критерий воздействия на атмосферный воздух 2.

Терминал является предприятием с опасным производством категории А. На основании рискованного анализа, возникновение аварий не исключено. Критерий соображений безопасности 3.

Распространение световых загрязнений в Эстонии и их воздействие мало изучены. Пилотный проект доказал важность данной темы. Для обеспечения безопасности Терминал должен быть хорошо и постоянно освещен, что, в свою очередь, может отрицательно повлиять на экосистемы. Критерий образования световых загрязнений 4.

Критерии сравнения альтернатив:

1. социально-экономическая польза
2. влияние на качество атмосферного воздуха
3. соображения безопасности
4. возможное образование световых загрязнений
5. энергетическая безопасность государства

Поскольку важность критериев не равна, и их невозможно сравнить на основании численных данных, эксперты качественным методом нашли вес критериев. Для этого сравнили между собой все альтернативы (например, 1 и 2; 2 и 3) и определили их важность друг относительно друга. Из полученной суммы очков был вычислен процентный вес критериев.

Относительный вес критериев приведен в таблице 24.

Таблица 24. Относительный вес критериев

Критерий	Значимость										Сумма	Вес
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	0.75	0.25	1	0.25							2.25	0.23
2	0.25				0.25	0.75	0.25				1.5	0.15
3		0.75			0.75			1	0.5		3	0.30
4			0			0.25		0		0	0.25	0.03
5				0.75			0.75		0.5	1	3	0.30
Всего											10	1.00

Далее следует сравнение выбранных альтернатив на основании всех критериев в отдельных таблицах 25 – 29.

Таблица 25. Альтернативы на основании I критерия

Альтернатива	Предпочтение			Сумма	Оценка
0- альтернатива	0	0		0	0.00
1- альтернатива	1		0.8	1.8	0.60
2- альтернатива		1	0.2	1.2	0.40
Всего				3	1

Таблица 26. Альтернативы на основании II критерия

Альтернатива	Предпочтение			Сумма	Оценка
0- альтернатива	1	1		2	0.67
1- альтернатива	0		0.4	0.4	0.13
2- альтернатива		0	0.6	0.6	0.20
Всего				3	1

Таблица 27. Альтернативы на основании III критерия

Альтернатива	Предпочтение			Сумма	Оценка
0- альтернатива	1	1		2	0.67
1- альтернатива	0		0.4	0.4	0.13
2- альтернатива		0	0.6	0.6	0.20
Всего				3	1

Таблица 28. Альтернативы на основании IV критерия

Альтернатива	Предпочтение			Сумма	Оценка
0- альтернатива	1	1		2	0.67
1- альтернатива	0		0.5	0.5	0.17
2- альтернатива		0	0.5	0.5	0.17
Всего				3	1

Таблица 29. Альтернативы на основании V критерия

Альтернатива	Предпочтение			Сумма	Оценка
0- альтернатива	0	0		0	0.00
1- альтернатива	1		0.75	1.75	0.58
2- альтернатива		1	0.25	1.25	0.42
Всего				3	1

Для определения конечного рейтинга необходимо оценку каждого критерия умножить на вес критерия. Таким образом получают взвешенную оценку критерия. Рейтинг альтернатив определяет сумма взвешенных оценок.

Таблица 30. Значение альтернатив по критериям

Критерий	Вес	0- альтернатива	1- альтернатива	2- альтернатива
I	0.225	0.000	0.135	0.090
II	0.150	0.100	0.020	0.030
III	0.300	0.200	0.040	0.060
IV	0.025	0.017	0.004	0.004
V	0.300	0.000	0.175	0.125
Индекс значимости	1	0.317	0.374	0.309
Рейтинг		2	1	3

Тем самым, при сравнении между собой социально-экономических и экологических последствий предпочтительно осуществление запланированной деятельности с учетом всех необходимых мер по смягчению последствий.

11. Необходимость дальнейшего мониторинга состояния окружающей среды

Согласно положениям закона о мониторинге окружающей среды, предприниматель осуществляет мониторинг окружающей среды за свой счет в области влияния отходов предприятия, направляемых в окружающую среду, по собственному желанию или в порядке и объеме, указанными в разрешении на природопользование. Область воздействия направляемых в окружающую среду загрязняющих веществ определяется разрешением на выбросы в атмосферу. Данные мониторинга состояния окружающей среды, сделанные на основании разрешения на природопользование, предприятие вместе с указанным ходатайством предоставляет к определенному сроку в учреждение, выдающее разрешение, и местное самоуправление.

Основанием для деятельности *Терминала* может стать разрешение на выбросы в атмосферный воздух, которое выдается на основании закона о защите атмосферного воздуха. Законом также утверждены условия мониторинга состояния окружающей среды. Согласно разделу 2 § 43 Закона об охране атмосферного воздуха, до ходатайства о выдаче разрешения на выбросы в атмосферу, разрешения на комплексное природопользование или же разрешения, регулирующего сжигание отходов, владелец стационарного источника загрязнения должен оценить вероятное количество загрязняющих веществ. Согласно разделу 2 § 89 Закона об охране атмосферного воздуха, до того, как будет подключен новый стационарный источник загрязнения, предприятие обязано проводить инвентуру количества выбросов в атмосферный воздух в течение трех месяцев с начала подключения источника загрязнения. Инвентура на производственной территории заключается в уточнении количества выделяющихся загрязняющих веществ и параметров источников загрязнения с помощью непосредственных измерений и контрольных расчетов. Результаты инвентуры необходимо предоставить в Департамент окружающей среды и местное самоуправление. Для подачи ходатайства о новом разрешении на выбросы в атмосферный воздух, предприятие должно на основании результатов инвентуры составить проект допустимого количества выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух из источников загрязнения. В случае необходимости, учреждение, выдающее разрешение (Департамент окружающей среды) совместно с местным самоуправлением может утвердить для предприятия программу мониторинга в объеме и

при условиях, указанным в проекте допустимого количества выбросов загрязняющих веществ.

Предприятие с опасным производством может заниматься обработкой химикалий на основании единого разрешения на деятельность (§ 13 закона о химикалиях). Для получения разрешения на деятельность необходимо представить ходатайство в Департамент Технического Надзора. При составлении ходатайства анализируют технический уровень предприятия в обеспечении безопасности. В том числе необходим постоянный мониторинг количества химикалий (а также топлива, используемого для свои нужд) с помощью подходящих для этого измерительных и отслеживающих датчиков. Департамент Технического Надзора и Спасательный департамент при необходимости могут утвердить методы мониторинга для обеспечения безопасности при обработке химикалий.

12. Выводы

Согласно § 9 Закона о планировках, детальная планировка для планирования акватории не составляется. Образование новых территорий в море регулирует *Закон о водопользовании*, согласно которому укладка грунта на дно водоема, а также затопление твердых частиц является специальным водопользованием. Данная деятельность происходит согласно условиям, установленным разрешением на специальное водопользование. Министерство окружающей среды предоставило разрешение на специальное водопользование для засыпки в море. Сооружение *Терминала* согласовано с программой развития и общей планировкой города Силламяэ, а также детальными планировками участков Силламяэ Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2F, Кеск 2Е, Тюрсамяэ, Сытке 1, Сытке 2/17 и граничащих с ними территорий.

Независимо от проекта развития *Терминала* в Эстонии в делопроизводстве находятся еще несколько программ по сооружению терминалов LPG и LNG. Правительство Эстонской Республики постановило, что терминалы сжиженного газа/-ов будут сооружаться за счет частного инвестирования, и на законодательном уровне государство поддерживает образование свободной конкуренции. Исходя из вышесказанного, государством не планируется сооружение и финансирование единого центрального газового терминала на территории Эстонии.

Строительство *Терминала* не оказывает серьезного воздействия на качество грунта и воды. При обработке LNG образуется конденсационная вода, имеющая кислую реакцию до 31,8 м³/ч. Образовавшуюся конденсационную воду нейтрализуют 20%-ым раствором NaOH. Согласно эстонскому стандарту EVS-EN 1473:2007 *Installation and equipment for liquefied natural gas - Design of onshore installations*, конденсационная вода не содержит опасных веществ, которые могли бы до отправки сточной воды в приемник как-то существенно повлиять на качество воды.

Согласно *Проекту*, сточные воды, образующиеся в *Терминале*, направляются в канализацию порта Силламяэ и оттуда дальше в приемник, согласно условиям разрешения на специальное водопользование. Максимальное расчетное количество технологических сточных вод в *Терминале* составляет менее 5% от общего количества сточных вод порта Силламяэ. Нагрузка загрязняющих веществ на приемник не возрастает. Если *Терминал* будет направлять сточные и собранные на территории терминала ливневые воды в канализацию порта Силламяэ, а также обеспечивать

потребность в технологической и бытовой воде за счет водопроводной сети порта, то предприятие не обязано ходатайствовать о разрешении не специальное водопользование.

В терминалах при хранении сжиженных газов обычные донные осадки в резервуарах не образуются. Поскольку газ при утечке испаряется бесследно, то и отходы в случае устранения возможной утечки не образуются. В ходе эксплуатации при обслуживании оборудования образуется старое масло и отходы, содержащие смазочные вещества и абсорбенты. Такие отходы относятся к числу опасных. Необходимые для их хранения помещение и резервуары, планируют в ходе проектирования *Терминала*. Все образующиеся отходы необходимо собирать, складировать по их типу и передавать согласно требованиям закона об отходах.

Для изучения световых загрязнений в Эстонии был проведен пилотный проект, который также охватил город Силламяэ. Согласно результатам, Силламяэ имеет более низкий фон световых загрязнений, чем многие промышленные и курортные города. Влияние распространения световых загрязнений в портах и терминалах, находящихся на территории портов, в Эстонии не исследовано. Поскольку порты расположены на границе двух экосистем, то в этом случае воздействие на природную среду может быть еще больше. При проектировании освещения производственных объектов исходят из стандартов, и руководствоваться необходимо, прежде всего, требованиями по безопасности. Если на дальнейших этапах проектирования будут учтены предложенные меры по смягчению последствий, то деятельность *Терминала* не увеличит светового загрязнения.

Проектом не предусмотрено деятельности, в результате которой в атмосферу было бы направлено отработанное тепло в подобном объеме или увеличится радиационное загрязнение.

Сжиженные газы не представляют опасности для водной среды, в случае утечки газ испаряется без остатка и не образует такого загрязнения морской среды, как, например, в случае аварии при обработке нефтепродуктов. Поэтому эксплуатация *Терминала* не оказывает негативного влияния на морскую среду.

Вблизи *Терминала*, на западной границе порта Силламяэ находится природная зона Пяйте и ландшафтный заказник Пяйте. Природоохранная зона Пяйте была взята под

охрану и были приняты правила охраны природы для защиты указанных в приложении I директивы Совета Европы 92/43/ЕСС осыпей и лесов с оврагами и обнаженного известняка. Охранная зона Пяйте охватывает природную зону, на которой при планировании деятельности необходимо оценить влияние этой деятельности на окружающую среду, учитывая при этом особенности районов сети Natura 2000. Площадь ландшафтного заказника Пяйте составляет 128,1 га, акватории заказник не охватывает. Главный фактор, позволяющий защитить благоприятную среду обитания для обоих охраняемых видов, - это режим влажности и его сохранение. Эксплуатация *Терминала* не влияет на режим влажности ландшафтного заказника Пяйте. Планируемые работы или виды деятельности, связанные со строительством и эксплуатацией *Терминала*, не противоречат предписаниям по охране ландшафтного заказника Пяйте. Управляющий ландшафтным заказником и регион Виру Департамента по окружающей среде вовлечены в процесс принятия решений по ОВОС. Планируемая деятельность, сооружение *Терминала* и его эксплуатация, не оказывают воздействия на природные объекты, находящиеся под охраной.

Результаты дисперсионных расчетов и расчетов по загрязнению воздуха показали, что теоретически при наиболее неблагоприятных условиях, т.е. в том случае, если в работе находятся все процессы в *Терминале* и в то же время имеют место самые неблагоприятные для рассеивания погодные условия, ни один из показателей концентрации загрязняющих веществ не превышает соответствующего предельного значения за пределами производственной территории. Соблюдение предельных значений на производственной территории является условием выдачи законодателем разрешения на деятельность предприятия (разрешение на выбросы в атмосферу). В результате деятельности уже действующих в районе порта Силламяэ предприятий, в атмосферном воздухе содержится много оксидов азота и углерода. Новые, планирующие свою деятельность предприятия должны учитывать этот факт, а также выбирать свою производственную технологию и производственные объемы таким образом, чтобы совместная деятельность предприятий (т.н. кумулятивное влияние) не приводила бы к превышению предельных значений концентраций загрязняющих веществ. Было выяснено, что при совместном влиянии всех источников загрязнения на данной территории, концентрации диоксида азота и оксида углерода остаются ниже предельных значений. По сравнению с расположенными в порту нефтяными терминалами, максимальный уровень органических летучих соединений из загрязняющих источников

Терминала практически несущественный. Воздействие *Терминала* на качество воздуха в районе Силламяэ довольно мало и деятельность *Терминала* не влечет за собой превышения предельных значений качества атмосферного воздуха.

В запланированном объеме *Терминал* относится к категории А предприятий с опасным производством. Такое предприятие может заниматься обработкой химикалий на основании единого разрешения на деятельность (§ 13 закона о химикалиях). Для получения разрешения на деятельность необходимо представить ходатайство в Департамент Технического Надзора. Вместе с ходатайством предприятие должно предоставить следующие документы:

- в случае предприятия с опасным производством категории А информационный лист, отчет по безопасности (в т.ч. описание системы обеспечения безопасности), а также план действий предприятия в кризисных ситуациях.

Согласно разделу 6 § 13 *Закона о химикалиях*, все документы необходимо предоставить для согласования в разумный срок до применения внесенных в документы изменений, которые могли бы повлечь за собой опасность крупных аварий или ее увеличение. Документы необходимо согласовать с компетентными учреждениями:

- Департамент Технического Надзора в случае информационных листов и описания системы обеспечения безопасности;
- Департамент Технического Надзора в сотрудничестве со Спасательным департаментом в случае рискованного анализа и отчета по безопасности;
- Спасательный департамент в случае плана действий предприятия в кризисных ситуациях.

Для обеспечения безопасности планируемый *Терминал* находится в благоприятном месте. *Терминал* защищен от других предприятий с опасным производством. От разрушающего воздействия возможных взрывов, огненных луж и пр. существующие предприятия защищает 20-метровый глинт. В случае взрыва, огненных луж и пр. высокий глинт существенно уменьшает разрушительное воздействие опасной зоны. Тем не менее, в зону влияния Терминала попадают многие действующие на территории порта Силламяэ предприятия. Теоретический риск для жизни и здоровья рабочих, а также для имущества предприятия возрастает. Согласно разделу 1 § 13 *Закона о химикалиях*, владелец предприятия с риском крупных аварий обязан иметь страхование ответственности для возмещения ущерба, который может возникнуть в процессе обработки химикалий. Страховщик должен определить разумную сумму страхования,

учитывая при этом связанное с обработкой химикалий место деятельности, количество и способ обработки химикалий, область распространения возможных повреждений и прочие обстоятельства. Сумма страхования должна быть достаточной, чтобы покрыть по крайней мере прямое нанесение ущерба имуществу и здоровью, а в случае телесных повреждений и смерти - также потерю дохода. Сумма страхования не должна быть менее 400 000 евро. В случае отсутствия страховки, принимающий решение может запретить, ограничить или приостановить деятельность предприятия с опасным производством.

Терминал находится на расстоянии 3 км от плотной застройки. Зоны опасного влияния *Терминала* не достигают жилых районов города Силламяэ. Деревни Пяйте зона опасного влияния достигает лишь в случае очень неблагоприятных условий. Обработка LNG и LPG в *Терминале* несущественно увеличивает риск для жителей близлежащих окрестностей. Риск для местных жителей возникает при транспортировке LPG. Главное место, где может возникнуть авария - это пересечение железной дороги и шоссе Таллинн-Нарва. Опасность для людей представляет зона радиусом 560 м, для зданий - 246 м. Для снижения рисков крайне необходимо строительство виадука. До тех пор транспортировка LPG по шоссе Таллинн-Нарва с плотным движением недопустима без применения дополнительных мер безопасности.

Из матрицы рисков выяснилось, что крупная авария с самыми тяжкими последствиями может произойти при обработке LPG: взрыв расширяющихся паров кипящей в резервуаре жидкости или же взрыв паровых газов, образовавшихся в результате утечки резервуара. Последствия могут распространиться на расстояние до 1500 м. Последствия аварии могут эскалировать и охватить также другие сооружения *Терминала*.

Учитывая статистику и произошедшие аварии, обработка LNG имеет в разы меньший уровень риска, чем обработка LPG. Особую опасность при обработке сжиженного природного газа представляют собой его физические и химические свойства. Наиболее вероятная авария в случае обработки LNG может произойти в продуктивном трубопроводе. Опасная зона аварии может протянуться на расстояние 816 м.

Вероятность аварии соединительного трубопровода природного газа очень мала, т.к. газовая трасса пролегает под землей и имеет защитный пояс. Повреждения трубопровода могут иметь место в случае земляных работ. Для предотвращения подобных повреждений при выдаче разрешений на строительство и на земляные работы необходимо очень точно учитывать расположение газовых трасс.

Вероятность возникновения эффекта домино не исключена. Наибольшая вероятность эффекта домино существует у близлежащих предприятий и существующего продуктового трубопровода АО ВСТ. Образовавшийся эффект домино послужил бы причиной очень тяжелых последствий на соседних предприятиях. В случае разрушения продуктового трубопровода с аммиаком опасная зона может протянуться на несколько километров. Для того, чтобы избежать риска возникновения эффекта домино, разработчик должен проводить совместную работу по обмену соответствующей информацией, а также по информированию общественности и соседних объектов. Для уменьшения опасности крупных аварий предприятия в своих отчетах по безопасности и планах реагирования в кризисных ситуациях должны учитывать характер аварии и область ее распространения, а также информировать общественность и учреждения, которые отвечают за подготовку и составление планов реагирования в кризисных ситуациях.

При сравнении между собой социально-экономических и экологических последствий предпочтительно осуществление запланированной деятельности с учетом всех необходимых мер по смягчению последствий.

13. Использованные материалы

1. 8 th Rport of the European Gas Pipeline Incident Data Group, 1970-2010. Декабрь 2011. www.egig.nl
2. ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Context of the Seveso II Directive*) User guide. 2004
3. Bahman Abdolhamidzadeh, Tasneem Abbasi, D. Rashtchian, S.A. Abbasi. *Domino effect in process-industry accidents - An inventory of past events and identification of some patterns*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries (2010)
4. Эстонский Геопортал <http://inspire.maaamet.ee/>;
5. Elektrooniline Riigi Teataja <https://www.riigiteataja.ee/>;
6. База данных об авариях, произошедших на предприятиях с риском крупных аварий в Европейском Союзе eMARS (Major Accident Reporting System) <https://emars.jrc.ec.europa.eu/>
7. FACTS (*Failure and Accidents Technical information System*) www.factsonline.nl
8. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. Autorid: L. J. Walker, J. Johnston. EC DG XI Environment, Nuclear Safety & Civil Protection, NE80328/D1/3, May 1999;
9. Guidelines for Chemical process Quantitative risk analysis (2nd edition). Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineerings, 2000
10. Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing up a safety report, LNE, Safety Reporting Division, 2009
11. Стратегия развития Ида-Вирумаа на период 2005-2013. Уездная управа Ида-Виру. 2005.
12. Закон о химикалиях
13. Инфосистема разрешений, касающихся окружающей среды <http://klis.envir.ee/klis>;
14. Оценка влияния на окружающую среду и рисков окружающей среды. Pöder, Tõnis 2005;
15. Краткая Химическая Энциклопедия. Москва 1964;

16. LNG Risk Based Safety: Modeling and Consequence Analysis. John L Woodward, Robin Pitblado. 2010
17. Постановление нр. 40 министра экономики и коммуникаций от 08.06.2011 «Нижняя граница опасности химикалий и предельное содержание опасных химикалий, а также порядок определения категории опасности предприятия с опасным производством»
18. ОВОС месторасположения терминала LPG АО Nord Gas в Силламяэ. ООО E-Konsult, 2008.
19. Стратегическая ОВОС тематической планировки терминала LNG в Палдиски. ООО E-Konsult, работа нр. E1177;
20. Reference Manual Bevi Risk Assessments. Module C Modeling the specific Bevi categories versioon 3.2 (01.07.09). RIVM, Netherlands
21. Рейн Перенс, Леонид Савицкий. Экспертная оценка защищенности грунтовых вод в районе проектируемого порта Силламяэ. 2004.
22. Детальная планировка участков Силламяэ Кеск 2 (частично), Кеск 2В, Кеск 2С, Кеск 2F, Кеск 2Е, Тюрсамяэ, Сытке 1, Сытке 2/17 и граничащих с ними территорий (детальная планировка порта Силламяэ). ООО E-Konsult, 2006.
23. Программа развития города Силламяэ на период 2010-2017. Мэрия Силламяэ.
24. Предписание по обработке отходов города Силламяэ. *Постановление нр. 6 Городского собрания Силламяэ от 26.02.2006.* Мэрия Силламяэ.
25. Общая планировка города Силламяэ. Мэрия Силламяэ, 2002.
26. Составление эскизного проекта терминала сжиженного газа LPG и LNG в Силламяэ. Строительный проект в стадии эскизного проекта. АО Sweco Projekt работа нр. 11420-0004. Таллинн, 2011.
27. ОВОС терминала по перегрузке сжиженного газа (LPG) АО Sillgas, планируемого в порту Силламяэ. ООО E-Konsult работа нр. E959;
28. Постановление нр. 106 министра путей сообщения и связи «Требования к месту хранения химикалий, месту погрузки, разгрузки и перегрузки химикалий, а также к другим необходимым для обращения с химикалиями строениям в порту, автомобильном терминале, на железнодорожной станции и в аэропорту, а также особым требованиям, касающимся обработки нитрата аммония»

29. The "Purple book" - Committee for the Prevention of Disasters. Guidelines for quantitative risk assessment. CPR 18 E. 2005.
30. Постановление нр. 28 Правительства Республики от 17.02.2011 «Требования, предъявляемые к обязательной документации и ее составлению для предприятий с опасным производством и риском возникновения крупных аварий, а также к информации, подлежащей обнародованию и оповещению об аварии»
31. Исследования длительных изменений светового загрязнения в Таллинне и определение состояния светового загрязнения в Эстонии на данный момент. Физический институт Таллиннского Технического университета, 2012
32. Риски автомобильного транспорта и анализ спасательных работ на примере аварии транспорта, перевозившего сжиженный газ, в волости Kasepää. Margo Klaos директор Южно-Эстонского спасательного центра, Kuido Kriisa руководитель бюро планирования Южно-Эстонского спасательного центра. Редакция Академии Внутренней обороны 2010 (9), Таллинн.

14. Приложения

1. Копия постановления нр. 605 Мэрии Силламяэ от 10.11.2011 об инициировании ОВОС;
2. Программа ОВОС (в т.ч. приложения программы);
3. Копия решения нр. V 6-7/12/8173-2 Департамента окружающей среды от 17.04.2012 об одобрении программы;