

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ДЛЯ ПОРТОВ

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Июнь 2010 года

Подготовлено: Carbon Footprint Working Group
World Ports Climate Initiative
Port of Los Angeles/ Lead Port



Руководящий документ – Рабочая группа по отслеживанию углеродного следа



ПРЕДИСЛОВИЕ

Организация World Ports Climate Initiative (WPCI) «Климатическая инициатива для портов мира» была создана с целью повышения осведомленности в портах и морского сообщества в целом о необходимости принятия мер в отношении выбросов парниковых газов, чтобы инициировать исследования, разработать стратегии и меры по сокращению выбросов парниковых газов, чтобы предоставить платформу для сектор морских портов для обмена информацией, а также чтобы предоставлять информацию о влиянии изменения климата на морскую среду в портах и мерах по уменьшению негативных последствий этого¹.

В рамках миссии WPCI по обеспечению платформы для обмена информацией, этот руководящий документ призван служить в качестве предисловия к «измерению углеродного следа», а также в качестве руководства для портов, желающих развить или улучшить свои инструменты, включая списки и инвентарные описи, по контролю за выбросами парниковых газов (ПГ). Он был разработан в процессе сотрудничества, осуществляемого несколькими североамериканскими и европейскими портами, которые имели общую заинтересованность в обмене знаниями и в методах, связанных с планированием и развитием инструментов по контролю за углеродным следом.

Данный руководящий документ будет динамичным, поскольку пользователи будут стремиться предоставлять новую информацию и документ все время будет улучшать свое содержание, в которые будут включены периодические обновления. Таким образом, пользователи могут получить немедленную выгоду от содержания документа последней версии, и они могут поделиться своим опытом и знаниями с другими пользователями с помощью обновлений. Одной из целей документа является соответствовать требованиям всех пользователей – начиная от тех, кто только начинает процесс контроля углеродного следа и заканчивая теми, кто уже имеет большой опыт работы по контролю за выбросами парниковых газов.

Организация WPCI надеется, что все порты будут рассматривать вопрос о разработке инструментов по контролю за выбросами парниковых газов, по крайней мере, в отношении их собственных операций (известной как Области 1 и 2, и определены в данном документе). Поскольку порты развивают свои инструменты, чтобы охватить более широкие области действия, это касается и клиентов, и арендаторов, то все это будет иметь важное значение для них, чтобы разработать консолидированный подход к сбору информации по оценке выбросов парниковых газов и разработке планов по сокращению углеродного следа портов.

¹ Получено из заявления миссии WPCI (Климатическая инициатива мировых портов), http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php



**Руководящий документ – Рабочая группа по
отслеживанию углеродного следа**



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

1.0 ВВЕДЕНИЕ	1
2.0 РАМОЧНАЯ КОНЦЕПЦИЯ.	3
2.1 Источники выбросов, связанные с портом	3
2.2 Три общих подхода к проведению инвентаризации выбросов	5
2.3 Границы инвентаризации.	7
2.3.1 <i>Двойной учет.</i>	8
2.3.2 <i>Разница в контроле углеродного следа, обусловленная границами</i>	9
2.4 Инвентарный период и базовый год	9
2.5 Сравнение углеродных следов (выбросов).	10
3.0 ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ.	11
3.1 Основы инвентаризации выбросов парниковых газов.	11
3.2 Три общих подхода.	11
3.3 Загрязняющие вещества.	14
3.4 Единицы	15
4.0 Существующие отчеты.	17
4.1 Суммарная информация по инвентаризациям выбросов, а также по прочим организациям и источникам информации.....	17
4.2 Описание инвентаризаций выбросов, а также прочих организаций и источников информации.....	19
4.2.1 <i>Инвентаризации выбросов парниковых газов.</i>	19
4.2.2 <i>Оценка выбросов парниковых газов и / или протоколы отчетов</i>	21
4.2.3 <i>Верификация и / или помощь в разработке оценок выбросов парниковых газов и отчетов по ним.....</i>	22
4.2.4 <i>Исследовательские, Разрабатывающие, Защищающие и / или Финансирующие Организации.</i>	23



**Руководящий документ – Рабочая группа по
отслеживанию углеродного следа**



5.0	Методы оценки эмиссии (выбросов)	27
5.1	Мобильные источники	28
5.1.1	Оборудование для обработки грузов	29
5.1.2	Тяжелые грузовые автомобили	52
5.1.3	Железнодорожные локомотивы	59
5.1.4	Судна для внутреннего портового применения и каботажные суда	46
5.1.5	Океанские суда	52
5.1.6	Строительное оборудование	71
5.2	Стационарные источники	79
6.0	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83

СПИСОК РИСУНКОВ:

Рисунок 2.1: Портовые источники выбросов	4
Рисунок 2.2: Диаграмма процесса инвентаризации	6
Рисунок 5.1: Тяжелый грузовой автомобиль	33
Рисунок 5.2: Рефрижераторный контейнер	37
Рисунок 5.3: Линейный тяговый локомотив	40
Рисунок 5.4: Маневровый локомотив	40
Рисунок 5.5: Электровоз	42
Рисунок 5.6: Портовое плавучее средство	46
Рисунок 5.7: Европейские внутренние водные пути сообщения	48
Рисунок 5.8: Типичные суда для внутренних водных путей сообщения	48
Рисунок 5.9: Типы судовых двигателей	53
Рисунок 5.10: Вспомогательные энергетические системы	55
Рисунок 5.11: Рабочие режимы с прямым приводом / приводом через редуктор	57
Рисунок 5.12: Дизель-электрический режим работы (Круизное судно / Пассажирское судно)	58
Рисунок 5.13: Рабочие режимы – судно с паровой энергетической установкой	59
Рисунок 5.14: Рекомендованный подход для суррогатного метода оценки выбросов парниковых газов от судов	68
Рисунок 5.15: Дноуглубительные операции	72
Рисунок 5.16: Операции на суше (строительство)	73
Рисунок 5.17: Выбросы наземной дорожной строительной техники	74
Рисунок 5.18: Выбросы наземной недорожной строительной техники	75
Рисунок 5.19: Выбросы в процессе работы надводных строительных машин	76
Рисунок 5.20: Электрические причальные краны	79
Рисунок 5.21: Мировое потребление первичной энергии и выбросы парниковых газов (по топливу)	81
Рисунок 5.22: Рефрижераторный контейнер	81

Список таблиц:

Таблица 1.1 Поддерживаемые порты	2
Таблица 3.1: Потенциал влияния на глобальное потепление	15
Таблица 3.2: Единицы измерения, преобразование метрических единиц в английскую систему мер.....	15
Таблица 3.3: Единицы измерения, преобразование английских единиц в метрическую систему мер.....	16
Таблица 4.1: Существующие концепции и источники информации	18
Таблица 5.1: Примеры количества выбросов парниковых газов в режиме холостого хода, г / ч.....	34
Таблица 5.2: Коэффициенты выбросов парниковых газов для автомобильных источников на дорогах, г/км	35
Таблица 5.3: Коэффициенты выброса парниковых газов, г/галлон.....	36
Таблица 5.4: Потенциал воздействия на глобальное потепление для различных хладагентов.....	38
Таблица 5.5: Коэффициенты выбросов для дизельных локомотивов, г/ галлон топлива.....	42
Таблица 5.6: Коэффициенты выбросов парниковых газов для дизельных тепловозов, г / л.с.....	44
Таблица 5.7: Расчетная потребляемая мощность в режиме работы, процент.....	44
Таблица 5.8: Специфические коэффициенты нагрузки для судов и судовых двигателей	50
Таблица 5.9: Коэффициенты выбросов парниковых газов для судовых гребных двигателей с использованием остаточного топлива, г / кВт-ч	65
Таблица 5.10: Коэффициенты выбросов парниковых газов для вспомогательных двигателей с использованием остаточного масла, г / кВт-ч.....	65
Таблица 5.11: Коэффициенты выбросов парниковых газов для вспомогательных котлов судов с использованием остаточного топлива, г / кВт-ч.....	65
Таблица 5.12: Мировой флот, распределение максимальных скоростей, мощностей главных двигателей и морских скоростей.....	67
Таблица 5.13: Коэффициенты выбросов парниковых газов для автомобильных источников на дорогах, г / км	74
Таблица 5.14: Факторы эмиссии CO ₂ для производства электроэнергии	80
Таблица 5.15: Потенциал воздействия на глобальное потепление для различных хладагентов.....	82

2.3.2 Разница в контроле углеродного следа, обусловленная границами

Границы могут быть источником значительных различий в контроле за углеродным следом. Географические границы для каждого порта различны из-за географического положения порта, инициаторов контроля углеродного следа, и доменов для категорий источников, включенных в перечень. Следующие примеры показывают, как различные порты определяют их границы:

- Управление порта Нью-Йорка и Нью-Джерси (PANYNJ) установило свой географический домен так, чтобы включить в него все суда, которые требуют от портовых властей морские терминалы в пределах трехмильной демаркационной линии у восточного побережья Соединенных Штатов.

- Реестр выбросов в воздух заливов Пьюджет-Саунд включает в себя 12 округов, которые составляют воздушный бассейн Пьюджет-Саунд, включает в себя 6 основных портов и большое количество небольших портов и многочисленные независимые нефтяные терминалы. Согласно реестра домен заканчивается на канадской границе и на морском бую у входа в пролив Хуан-де-Фука.

- Порты Лос-Анджелеса и Лонг-Бич включили в свои реестры надводные границы Южного побережья воздушного бассейна, которые простираются более чем на 130 морских миль в море и ограничены границами бассейна на севере и юге.

- Власти порта Хьюстона внесли в свой реестр более 45 морских миль каналов к морскому бую, ограждающему вход в гавань.

Поскольку существует широкий диапазон возможных доменов (областей) для трех областей источников излучения, необходимо оценить эти домены перед сравнением инструментария и реестров. Географические граничные различия по категориям источников также должны быть отмечены до начала сравнения углеродных следов. Кроме того, другие загрязнители воздуха, такие как оксиды азота (NOx), оксиды серы (SOx) и дизельные твердые частицы (ДТЧ) могут все иметь разные географические границы - и снова очерчивание домена зависит от предполагаемого использования инвентаря.

Кроме того, границы для отчетности по выбросам для источников могут меняться в зависимости от того, находятся ли источники под контролем владельца земли, сдающего землю в аренду, или же портового оператора. Например, выбросы от грузовых автомобилей под оперативным управлением порта будут включать в себя всю их деятельность, в то же время грузовики, находящиеся под контролем арендатора, который арендует землю у арендодателя, могут быть отслежены (применительно к выбросам) только до границы порта или первой точки выгрузки / загрузки.

2.4 Инвентарный период и базовый год

Логический «следующий шаг» после разработки инвентаризации по контролю углеродного следа (за выбросами парниковых газов), является принятие мер, чтобы уменьшить размер углеродного следа. Зная это наперед, это может повлиять на выбор «базового года», по сравнению с которым можно будет проводить измерения степень снижения выбросов. Контрольным годом может быть любое время в прошлом, от самого последнего завершенного календарного года и до любого времени в прошлом. Некоторые протоколы отчетности указывают базовый год в качестве цели для будущих сокращений выбросов (например, для снижения выбросов до уровня, полученного в течение определенного года в прошлом, например, в течение 1990). Выбросы в выбранном году должны быть известны, чтобы знать целевой уровень выбросов, от которого и будем отталкиваться в последствии.

Если прошлые сокращения выбросов могут быть задокументированы, то это может быть полезно выбрать базовый год, который был до того, как эти сокращения выбросов имели место, - это позволит более ясно отследить прогресс уменьшения выбросов. Более близкий по временной шкале базовый год, однако, как правило, легче документировать, так как записи более легкодоступны.

Период времени (например, год), который охватывает инвентарь, может быть значительным источником различий между инвентарями, поскольку ежегодные изменения в выбросах и деятельности значительно затрудняют прямое сравнение. Объемы грузов изменяются, суда и оборудование флотов обновляются, новые стратегии управления могут быть реализованы, и все из перечисленного воздействует на инвентарь по-разному. По этим причинам каждый следует отмечать уровень выбросов до проведения сравнений.

2.5 Сравнение углеродных следов (выбросов)

Многочисленные решения и предположения должны быть сделаны при разработке инвентаризации углеродного следа (выбросов парниковых газов). Одной из первых реакций на опубликованную инвентаризацию, является ее сравнение с недавно изданными аналогичными инвентаризациями для других портов, для того, чтобы оценить, как ваш порт работает в сравнении с другими. Тем не менее, из-за многих переменных, участвующих в процессе, простое сравнение по типу «яблоко-к-яблоку» обычно не может быть сделано без изменения одного или обоих инвентарных реестров, которые участвуют в сравнении, чтобы привести их к «общему знаменателю» (то есть, данные инвентаризации должны быть нормализованы для учета размера порта, уровня пропускной способности, и т.д.). В качестве простого примера, чтобы сравнить порт с пропускной способностью по контейнерам в 2,5 млн. двадцатифутовых эквивалентных единиц (ДФЭ) в год и ежегодным выбросом парниковых газов в 80000 тонн с большим портом, имеющим пропускную способность по контейнерам в 5 млн. ДФЭ в год и годовые выбросы парниковых газов в 150000 тонн, необходимо нормализовать выбросы в тоннах на миллион ДФЭ.

Меньший порт имеет следующую «эффективность» выбросов:

80000 тонн / 2,5 млн. ДФЭ = 32000 тонн / млн. ДФЭ

Расчет «эффективности» большего порта показывает:

150000 тонн / 5 млн. ДФЭ = 30000 тонн / млн. ДФЭ

Большой порт выбрасывает в атмосферу больше парниковых газов в целом, но при их нормализации с точки зрения выбросов в расчете на единицу объема грузов, большой порт показывает большую эффективность по выбросам парниковых газов.

Несколько ключевых элементов должны быть приняты во внимание перед сравнением выбросов углекислого газа между двумя портами или между несколькими портами соответствующим образом. Эти элементы включают в себя:

- Географические границы;
- Дата (период времени) инвентаризации (оценки);
- Применяемые методы / подходы;
- Уровень точности данных и качество использованных данных;
- Тип порта (Арендодатель в сравнении с Оператором)
- Категории источников, включенные в Области 1, 2, и 3;
- Единицы измерения.

3.0 ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В этом разделе представлена техническая информация о разработке инвентаризации выбросов, а также обсуждаются основные технические соображения, связанные с планированием и разработкой инвентаризации выбросов углерода.

3.1 Основы инвентаризации выбросов парниковых газов

Три элемента данных имеют решающее значение для разработки инвентаризации углеродного следа или инвентаризации выбросов других загрязняющих веществ (например, NO₃, SO₃, PM и т.д.). Этими элементами являются:

Исходные данные – этот элемент подробно описывает характеристики источников выбросов, которые включают в себя размер или рейтинг двигателя или энергоустановки (обычно выражается в киловаттах (кВт) или мегаваттах (МВт), тип потребляемого топлива, информация о технологиях двигателя (2-тактный, 4-тактный, оснащенный турбо-наддувом и т.д.), возраст двигателя, производителя, модель и т.д.

Данные о деятельности – этот элемент подробно описывает, как источник работает в течение какого-то периода времени и как изменяется мощность двигателя и / или расход топлива в зависимости от режима работы, расстояния, преодоленного на скорости, уровни производства электроэнергии и т.д.

Данные испытаний на выбросы или Фактор выбросов – этот элемент предоставляет средства для преобразования оценок выработки энергии или расхода топлива в уровни выбросов загрязняющих веществ, которые должны быть смоделированы.

При рассмотрении инвентаризации углеродного следа наличие этих трех элементов данных влияет на выбор подхода, который необходимо принять при проведении инвентаризации. Особое внимание должно быть уделено желаемой точности, запланированной цели инвентаризации и требуемому сроку или ограничениям. Все эти факторы будут способствовать принятию решений, связанных с процессом инвентаризации выбросов.

3.2 Три общих подхода

Как отмечено в Разделе 2, три общих подхода к инвентаризации используются при разработке инвентаризации углеродного следа, как обсуждается ниже. Инвентаризации, основанные на деятельности, обеспечивают наивысший уровень точности, а точность гибридных подходов повышается за счет более высоких уровней уточнения данных о деятельности.

➤ **Подход, основанный на оценке активности / деятельности**

- ✓ Этот подход наиболее точно моделирует фактические операции в портах;
- ✓ Использует конкретные данные об источнике, такие как фактическая мощность двигателя, фактическое потребление энергии, фактическое потребление топлива и т.д.;
- ✓ Использует данные о конкретных характеристиках оборудования, такие как наработка в мото-часах, данные коэффициента нагрузки, данные расхода топлива, данные о заходах судна, модальные данные о потреблении энергии / расхода топлива и т.д.;
- ✓ Использует либо исходные данные по выбросам, либо коэффициенты выбросов для категорий источников / типов оборудования;
- ✓ Преобразует показатели потребления энергии, обычно выраженные как потребление энергии или топлива, в оценки выбросов вредных веществ;
- ✓ Требуется значительное время для проведения первой инвентаризации, до года или дольше;
- ✓ Может обеспечить отслеживание прогресс стратегии сокращения выбросов.

Выбросы обычно оцениваются с использованием следующего уравнения:

Уравнение 3.1

$$\text{Выбросы} = \text{Потребление энергии или топлива} \times \text{Коэффициент выбросов}$$

Где,

Потребление энергии или топлива - это комбинация источников и данных о деятельности; Обычно выражается как л.с.-час, кВт-час или МВт-час (энергия) или галлоны или кг (расход топлива).

Коэффициент выбросов - представляет собой характеристики выбросов, изменяющиеся по типам источников на единицу потребления энергии; Обычно выражается в граммах / л.с.-час, граммах / кВт-час или граммах / МВт-час; или, для расхода топлива, фунт / галлон или г / кг.

Выбросы - выраженные в тоннах или метрических тоннах.

➤ **Суррогатный подход**

- ✓ Этот подход использует «связанные» данные или суррогаты для замены исходных данных, данных о деятельности, потребления энергии и / или выбросов на условную единицу активности;
- ✓ Обычно такой подход менее точен, чем подход на основе активности, что может быть значительным в зависимости от используемого суррогатного способа;
- ✓ Использует суррогатные данные для источников и / или данных о деятельности или же суррогатные данные для выбросов. Эти суррогатные данные обычно разрабатываются из опубликованных исследований, документов или других портовых реестров;
- ✓ Точность зависит от того, насколько близко суррогатные данные соответствуют фактическим операциям;
- ✓ Требуется относительно мало времени для проведения;
- ✓ Как правило, не может обеспечить отслеживание прогресс стратегии сокращения выбросов.

Выбросы обычно оцениваются по следующим уравнениям:

Уравнение 3.2

$$\text{Выбросы} = \text{Активность} \times \text{Суррогатные выбросы} / \text{Активность}$$

или

Уравнение 3.3

$$\text{Выбросы} = \text{Суррогатное потребление энергии} \times \text{Коэффициент выбросов}$$

Где,

Активность – моделирование связанных с портом операций: судовые заходы, количество активного погрузочно-разгрузочного оборудования, закупленное топливо, служащие, зарегистрированные суда, грузооборот и т.д.;

Суррогатные выбросы / активность – выбросы, выведенные из опубликованных исследований или инвентаризации и т.д. связанные с активностью: судовые заходы, количество активного погрузочно-разгрузочного оборудования, закупленное топливо, служащие, зарегистрированные суда, грузооборот и т.д.;

Выбросы - выраженные в тоннах или метрических тоннах;

Суррогатное потребление энергии - суррогатное потребления энергии, основанное на опубликованных исследованиях, документах, инвентаризации по типу оборудования, строительным площадям, типам судов и т.д.

➤ **Гибридный подход**

- ✓ В этом подходе используются различные комбинации как инвентаризаций, основанных на активности, так и суррогатных данных, в зависимости от доступности данных, суррогатов, временных ограничений и т.д.;
- ✓ Точность подхода зависит от того, какие источники оцениваются с использованием суррогатов и как близко эти суррогаты соответствуют фактическим операциям;
- ✓ Может сократить время, необходимое для проведения инвентаризации;
- ✓ Потенциально может обеспечить отслеживание прогресса стратегии сокращения выбросов, особенно если компоненты, основанные на активности и суррогатных данных, дифференцированы, поэтому порт может воспользоваться преимуществами детальных данных, доступных в компонентах, основанных на активности;
- ✓ Компоненты инвентаризации, которые разрабатываются с использованием суррогатов, могут потенциально быть «обновлены», чтобы использовать конкретную информацию о деятельности, если эта информация становится доступной.

Схема данного подхода представлена в Разделе 2.2 и дает обзорную диаграмму некоторых ключевых элементов при планировании и разработке инвентаризации выбросов парниковых газов. Эта диаграмма объединяет многие темы, представленные в предыдущих параграфах, включая решения, которые участвуют в выборе методов и уровней детализации.

3.3 Загрязняющие вещества

Многочисленные газы были определены как такие, что имеют потенциал для содействия глобальному изменению климата. Самыми распространенными парниковыми газами, связанными с деятельностью портов, являются следующие газы, которые загрязняют окружающую среду, а их образование связано со сгоранием:

- Двуокись углерода (CO_2)
- Метан (CH_4)
- Закись азота (N_2O)

Руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) также содержат список следующих соединений:

- Гидрофторуглероды (GFC_x)
- Перфторуглероды (PFC_x)
- Гексафторид серы (SF_6)
- Трифторид азота (NF_3)
- Пентафторид трифторметильной серы (SF_5CF_3)
- Галогенированные простые эфиры (например, $\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$, $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCFIF}_2$, $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$)
- Другие галогенуглероды, не охватываемые Монреальским протоколом, включая CF_3I , CH_2Br_2 , CHCl_3 , CH_5Cl_3 , CH_3Cl_2

CO_2 , CH_4 и N_2O на сегодняшний день являются наиболее значимыми газами для инвентаризации выбросов портов. Они образуются при сжигании ископаемого топлива или топлива, полученного из биомассы. Важно отметить, что выбросы от сжигания биомассы должны учитываться отдельно от выбросов от горения ископаемого топлива, поскольку они имеют другое место в глобальном углеродном цикле и документируются отдельно. В выбросах парниковых газов от сжигания топлива преобладает фракция CO_2 , поскольку практически все виды топлива состоят в основном из углерода, тогда как соединения CH_4 и N_2O образуются как незначительные побочные продукты сгорания. CO_2 обычно составляет более 99% выбросов парниковых газов, связанных с сжиганием.

Гидрофторуглероды могут выделяться в небольших количествах от утечек в холодильном оборудовании, таком как кондиционеры, используемые для комфортного охлаждения в зданиях или в холодильных контейнерах (рефрижераторах). Оставшиеся парниковые газы в основном выпускаются в ходе конкретных видов промышленной деятельности, которые обычно не входят в портовые операции.

Отдельные виды парниковых газов различаются с точки зрения их эффективности воздействия на изменение климата. Согласно конвенции, газы оцениваются по сравнению с эффективностью CO_2 , поэтому их можно сравнивать. Каждому газу присвоен номер эквивалента CO_2 (CO_2E), известный как его потенциал глобального потепления (ПГП), причем такой потенциал для CO_2 равен 1. Значения CO_2E / ПГП представлены в Таблице 3.1. При документировании парниковых газов конкретные соединения перечислены отдельно вместе с суммой ПГП для всех документированных соединений. Например, следующие оценки выбросов должны быть преобразованы в CO_2E : $\text{CO}_2 = 1\,750$ т (ПГП = 1), $\text{CH}_4 = 0,15$ тонны (ПГП = 21) и $\text{N}_2\text{O} = 0,05$ тонны (ПГП = 310). Составляющие эквиваленты по CO_2 рассчитываются как:

$$(1,750 \times 1) + (0,15 \times 21) + (0,05 \times 310) = 1,750 + 3,2 + 15,5 = 1,769 \text{ т } \text{CO}_2 \text{ эквивалентов}$$

5.0 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭМИССИИ (ВЫБРОСОВ)

В этом разделе обсуждаются методы, которые могут быть использованы для разработки оценок выбросов парниковых газов из связанных с портом источников. Многие из типов источников, которые могут быть включены в инвентаризацию парниковых газов, будь то в качестве Области 1, 2 или 3, возможно, уже были включены в существующую инвентаризацию выбросов, например, такое как погрузочно-разгрузочное оборудования или морские суда. Для источников, уже включенных в существующую инвентаризацию выбросов (разработанную для других загрязнителей), оценки выбросов парниковых газов могут быть разработаны в качестве дополнения существующей инвентаризации загрязняющих веществ. Если нет существующих инвентаризаций выбросов, существует множество методов, которые можно использовать для разработки оценок. Однако сначала важно разработать структуру оценок выбросов, которые будут организовывать источники выбросов на основе функциональных или эксплуатационных характеристик. Эта структура поможет определить источники и уменьшить вероятность двойного учета выбросов.

На структуру будет влиять планируемый подход, будь то подробный подход на основе активности / действий, суррогатный подход или гибрид из двух способов. Использование суррогатного или гибридного подхода обеспечит менее точную оценку выбросов, чем детальный подход на основе активности.

Источники выбросов парниковых газов в портах в целом подразделяются на две категории: мобильные источники и стационарные источники. Мобильные источники обычно включают в себя оборудование для погрузочно-разгрузочных работ, которое не предназначено для работы на дорогах общего пользования, транспортные средства, которые перемещают товары по дорогам общего пользования, небольшие дорожные транспортные средства, которые перевозят людей (такие как автомобили и микроавтобусы), железнодорожные локомотивы и суда. К стационарным источникам относятся отопительные агрегаты, работающие на топливе, переносные или аварийные генераторы, электропотребляющее оборудование и здания, а также холодильное / охлаждающее оборудование. В категориях, которые могут считаться исключительно мобильными или стационарными, может быть некоторое перекрытие, например, ситуация с фиксированными кранами (которые относятся к категории оборудования для погрузочно-разгрузочных работ), которые могут приводиться в действие двигателями внутреннего сгорания, или же ситуация с мобильными вилочными погрузчиками с электроприводом.

Как отмечено в подразделе 3.1, ключевыми элементами данных при разработке подробных инвентаризаций выбросов являются исходные данные, в том числе число, размер и возраст источников; данные о деятельности, такие как часы работы, расстояние, средняя загрузка и расход топлива; и коэффициенты выбросов (т.е. масса выбрасываемого загрязняющего вещества на единицу топлива или энергии). Исходные данные должны быть получены от владельца или оператора источника (источников) выбросов, поскольку они являются специфичными для объекта или выполняемых действий. Некоторые данные о деятельности, такие как годовые часы работы, могут быть получены от владельца или оператора. Другие виды информации о деятельности, включая, например, средние коэффициенты нагрузки для различных типов оборудования, могут быть получены из опубликованных источников, таких как документация, опубликованная Агентством по охране окружающей среды США (EPA) для модели оценки выбросов дорожного оборудования².

Коэффициенты выбросов также могут быть получены из опубликованных источников, наиболее подходящих для парниковых газов, из протоколов испытаний, перечисленных в разделе 4 «Существующие системы отчетности», включая Протокол по парниковым газам и протокол, выпущенный Климатическим регистром.

² См. адрес: <http://www.epa.gov/oms/nonroadmdl.htm>

5.1.1 Оборудование для обработки грузов

Грузовое оборудование включает краны, погрузчики контейнеров, вилочные погрузчики и портовые тракторы. Другие типы оборудования, обычно включаемые в оборудование для погрузочно-разгрузочных работ в инвентаризацию выбросов, хотя и не используются непосредственно для перемещения грузов, включают подметальные машины, экскаваторы-погрузчики и другое оборудование, связанное с строительством, которое может использоваться на терминалах порта. Обсуждение проблемы связано с тремя основными подходами к разработке инвентаризаций выбросов, рассмотренных в подразделе 2.2: основанные на активности / действии, суррогатные и гибридные.

Для ежегодной инвентаризации, основанной на активности, следующий список - это пример данных, которые могут быть собраны для каждой единицы грузового оборудования, которое сжигает топливо в процессе работе,

Исходные данные:

- Внутренний идентификационный номер оборудования / наименование;
- Тип оборудования;
- Модельный год;
- Производитель оборудования и двигателей;
- Обозначение модели;
- Тип топлива;
- Номинальная мощность (например, кВт или лошадиных сил);
- Устройства или методы контроля выбросов (отличные от стандартных для модели и года).

Данные о деятельности:

- Годовые часы работы;
- Расход топлива (в год или час);
- Средний коэффициент загрузки при работе.

Данные по выбросам:

- Коэффициенты выбросов, соответствующие типу двигателей в инвентаризации кг загрязняющих веществ / кВт-ч или кг загрязняющего вещества / литр или кг топлива (или загрязняющих веществ фунт / галлон топлива)
- Контрольные факторы (процентное снижение, предлагаемое идентифицированными устройствами или методами контроля выбросов)

Для электрооборудования исходные данные будут в основном включать кВт-ч перезарядки, если они имеются. Если записи по перезарядке недоступны, то выбросы от перезарядки, возможно, необходимо будет включить в общее электрическое потребление здания или объекта. Коэффициенты выбросов должны отражать выбросы электростанций, предпочтительно конкретизированных для сочетания технологий производства электроэнергии, используемых для обеспечения электроснабжения региона, который будет инвентаризоваться. Для других типов электроприводных погрузочно-разгрузочных устройств, таких как электрические причальные краны, потребляемая мощность в МВт-ч может быть оценена по счетам коммунальных услуг или счетчикам.

Не все исходные данные, перечисленные выше, непосредственно необходимы для оценки выбросов. Такие элементы, как внутренний идентификационный номер, изготовитель и обозначения моделей, могут использоваться при последующем планировании, если изменения в применяемом оборудовании рассматриваются как средство сокращения выбросов.

В зависимости от собранной информации, выбросы могут быть оценены с использованием показателей потребленного топлива или энергии. Если используется топливо, то уравнение (с использованием метрических единиц) будет следующее:

Уравнение 5.1

Выбросы (кг загрязняющих веществ / год) = Расход топлива (литров топлива / год) x Коэффициент выбросов (кг загрязняющего вещества / литр топлива)

Этот расчет может быть выполнен для каждого оборудования или для парка оборудования в целом. Оценка для каждой единицы оборудования предпочтительнее, поскольку этот метод помогает указать потенциальные цели для усилий по сокращению выбросов.

Пример 1:

В качестве примера, основанного на приведенном выше топливном уравнении, используем следующие данные:

- Расход топлива: 10 000 литров в год (получен от владельца или оператора оборудования, от записей по заправке топливом или оценки);
- Коэффициент выбросов: 2,75 кг CO₂ / литр (из значения протокола ПГП 74.01 кг CO₂ / гигаджоуль (ГДж), с более низким значением нагрева 0,0371 ГДж / литр: 74,01 кг / ГДж 0.0371 ГДж / литр = 2,75 кг CO₂Е / литр).

Расчет будет следующим:

10 000 литров в год x 2,75 кг CO₂ / литр = 27 500 кг CO₂ / год или 27,5 тонн CO₂Е / год

Расчет на основе энергии будет использовать следующее уравнение:

Уравнение 5.2

Выбросы (кг загрязняющих веществ / год) = Номинальная мощность (кВт) x Коэффициент нагрузки (безразмерный) x Время работы (часы / год) x Коэффициент выбросов (кг загрязняющего вещества / кВт-ч)

Для расчетов на основе топлива и энергии, важно отдельно рассчитать выбросы от оборудования с использованием разных видов топлива, поскольку коэффициенты выбросов различны для каждого топлива. Кроме того, топливо, классифицированное как биотопливо (например, биодизель и этанол), должно рассчитываться отдельно, даже если биотопливо является компонентом топливной смеси (такой как смесь B20 из биодизеля и дизельного топлива).

Пример 2:

В качестве примера, основанного на приведенном выше энергетическом уравнении, используем следующие данные:

Номинальная мощность: 450 кВт (получена от владельца или оператора оборудования; более точная информация получена из документации, связанной с этим конкретным оборудованием или идентичным оборудованием);

Коэффициент нагрузки: 0,65 (например, получен из документации от Агентства по защите окружающей среды США для недорожного оборудования или аналогичного типа оборудования);

Время работы: 1000 часов в год (получено от владельца оборудования или оператора, либо от счетчика часов, либо из оценки, основанной на рабочем графике);

Коэффициент выбросов CO₂: 661 г CO₂ / кВт-ч (рассчитано по двигателю BSFC 209 г / кВт-ч³, содержание топлива С - 86,3%⁴: 209 г / кВт-ч x 0,863 x (44/12)⁵ = 661 г / кВт-ч или 0,661 кг / кВт-ч).

Расчет будет следующим:

$$\begin{aligned} &450 \text{ кВт} \times 0,65 \times 1000 \text{ часов / год} \times 0,661 \text{ г CO}_2, / \text{кВт-ч} \\ &= 193,343 \text{ кг CO}_2/\text{год} \text{ или } 193,3 \text{ тонны CO}_2\text{Е / год} \end{aligned}$$

Примером суррогатного подхода было бы использование данных по выбросам для погрузочных устройств из другого порта, предпочтительно аналогичных по типу и конфигурации грузов. Чтобы использовать эту информацию, необходимо будет узнать пропускную способность другого порта и / или количество единиц погрузочно-разгрузочного оборудования. В любом случае процедура должна заключаться в разработке «коэффициента выбросов» по массе загрязняющего вещества на единицу пропускной способности или на единицу оборудования:

Уравнение 5.3

Выбросы суррогатного порта (тонны / ДФЭ) = Выбросы суррогатного порта (тонн / год) / Пропускная способность суррогатного порта (ДФЭ / год)

или

Уравнение 5.4

Выбросы суррогатного порта (тонн / год / единица) = Выбросы суррогатного порта (тонн / год) / Парк грузового оборудования суррогатного порта (количество единиц)

³ BSFC является примером, типичным для больших дизельных двигателей

⁴ Содержание углерода в дизельном топливе составлено из «Инвентаризации выбросов парниковых газов в США: 1990-2006 (15 апреля 2008 г.) - Таблица А-37: Коэффициенты содержания углерода и основные данные для нефтепродуктов»

⁵ Коэффициент (44/12) - это отношение молекулярных масс CO₂; (44) к углероду (12). Этот расчет предполагает, что весь углерод в топливе сжигается до CO₂, близкое приближение.



**Руководящий документ – Рабочая группа по
отслеживанию углеродного следа**



Разделение выбросов и количества единиц по типу оборудования повысило бы ценность использования количества единиц оборудования, если бы этот уровень детализации был доступен.

Используя Уравнения 5.3 или 5.4, коэффициент суррогатной эмиссии, основанный на пропускной способности или количестве единиц, будет умножен на пропускную способность целевого порта в ДФЭ или на количество единиц оборудования, если это необходимо, для оценки годовых выбросов целевого порта:

Уравнение 5.5

$$\text{Выбросы (тонн/год)} = \text{Выбросы суррогатного порта (тонн / ДФЭ)} \times \text{Пропускная способность порта (ДФЭ / год)}$$

или

Уравнение 5.6

$$\text{Выбросы (тонн / год)} = \text{Выбросы суррогатного порта (тонн / год / единица)} \times \text{количество единиц}$$

Чем больше сходства между суррогатным портом и целевым портом, тем лучше будут результаты оценки выбросов. Такие характеристики, как пропускная способность, типы грузов, занимаемая площадь на суше и методы работы, оказывают значительное влияние на профиль выбросов портов и будут влиять на валидность сопоставления портов.

Гибридный подход может использоваться, если для определенного типа оборудования, такого, например, как портовые тракторы, имеется определенная информация, но такая же информация не имеется для других типов оборудования. В этом случае выбросы могут быть оценены для портовых тракторов напрямую, тогда как суррогаты будут разработаны для всего оставшегося оборудования. Разумеется, для этого потребуются данные выбросов оборудования суррогатного порта, кроме портовых тракторов.

5.1.2 Тяжелые грузовые автомобили

В этом разделе обсуждаются методы, которые могут быть использованы для разработки оценок выбросов парниковых газов грузовиками большой грузоподъемности. Эти транспортные средства, почти исключительно оснащенные дизельными двигателями и классифицированные как тяжеловесный транспорт (общий вес автомобиля > 33000 фунтов), выполняют большую часть перемещения контейнерных грузов в порты для экспорта за границу и из портов для местного распределения. Тяжелые грузовики являются предпочтительным методом перемещения грузов на относительно короткие расстояния по сравнению с железнодорожным транспортом. Для перевозки на более длинные расстояния эти грузовики также используются для перемещения контейнеров (грузов работ) к автономным терминалам, где они переносятся с грузового автомобильного шасси на вагоны. Несмотря на то, что преимущественно грузовой автопарк оснащается дизельными двигателями, на рынке растет доля грузовых автомобилей, работающих на сжатом природном газе, сжиженном природном газе, пропане и электроэнергии.

Рисунок 5.1: Тяжелый грузовой автомобиль



При оценке выбросов от грузовых автомобилей большой грузоподъемности (рис. 5.1) рассматриваются два режима работы; выбросы, происходящие при простое, когда двигатель включен, но транспортное средство не движется, и рабочие выбросы, которые возникают, когда двигатель включен и транспортное средство находится в движении. Выбросы парниковых газов из грузовых автомобилей также могут быть классифицированы по области эксплуатации грузовых автомобилей: «на терминале», поскольку грузовики простаивают, ожидая, чтобы принять или выгрузить груз, и пересекают терминалы с их грузами; «в порту» - это въезд-выезд на территорию порта или перемещение между терминалами в пределах порта; и «региональный сценарий» - это движение за пределами порта, поскольку грузовики используются для сбора или доставки товаров. Эти географические различия, как правило, разрабатываются, поскольку эксплуатационные характеристики грузовика различаются по зонам, а также их разработка позволяет порту (портовым властям) влиять на эти операции.

Оценка выбросов парниковых газов из грузовых автомобилей большой грузоподъемности требует знания парка, обслуживающего порт и его режима работы. Базовый метод оценки приведен в уравнении 1 ниже, где «ПТ» - это количество транспортных средств (в данном случае – грузовиков) в парке, «КВ» - коэффициент выбросов, выражаемый как количество загрязняющего вещества на одну единицу активности, а АКТ - это активность, соответствующая единицам коэффициента выбросов.

Сжигание ископаемого топлива, такого как дизельное топливо в грузовиках, выпускает CO_2 и другие парниковые газы, включая CH_4 и N_2O . По мере того, как новые транспортные средства становятся более экономичными, в общем парк автомобилей имеет тенденцию выбрасывать меньше парниковых газов в атмосферу. Усовершенствования, достигнутые в экономии топлива в сверхмощном дизельном грузовом парке с течением времени, хотя и скромные, могут предполагать, что средний возраст парка автомобилей также следует рассматривать, а не только количество автомобилей. Транспортные средства разного модельного года могут также соответствовать различным стандартам допустимых выбросов - это также поддерживает аргумент, чтобы необходимо отслеживать возрастное распределение или количество грузовиков каждого модельного года в парке грузовых автомобилей.

Уравнение 5.7

$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} \times \text{АКТ}$$

Модели оценки выбросов автотранспортных средств, такие как модель «MOBILE» Агентства по защите окружающей среды США, модель «EMFAC» штата Калифорния, и европейская модель «COPERT», включают в себя предположение по умолчанию о возрастном распределении грузовиков, которое может быть использовано для этой цели. В качестве альтернативы, распределение портового грузового автопарка по модельным годам может быть определено путем изучения записей прибывающих и отправляющихся транспортных средств, если, конечно, информация о грузовиках собирается на пропускных пунктах в порту. Во многих случаях эта информация собирается для учета в ручном или электронном виде, однако большинство современных терминалов используют оптические системы распознавания символов (OCR) или устройства радиочастотной идентификации (RFID). Независимо от того, записаны ли они вручную или находятся в электронном виде, собранные данные о номерных знаках в конечном итоге направляются в государственные отделы автотранспортных средств, которые ведут регистрационную информацию этих транспортных средств для определения распределения грузовиков.

Активность на терминалах включает в себя работу на холостом ходу или перемещение грузовиков на очень низкой скорости, когда они ждут у ворот или в очереди, и работу, когда происходит загрузка или выгрузка товаров. Таким образом, при оценке выбросов парниковых газов на терминале компонент активности в уравнении 5.7, приведенном выше, будет включать в себя часы работы в режиме ожидания, а также мили (или другие единицы длины) проезда. Соответствующие коэффициенты выбросов будут выражаться в граммах загрязняющих веществ в час и граммах загрязняющих веществ на милю или километр.

Оценки часов работы в режиме ожидания (холостого хода) могут быть получены путем опроса операторов терминалов или фактического измерения времени нахождения грузовиков в очереди на воротах. Коэффициенты выбросов парниковых газов, выраженные в граммах в час, легко доступны у регуляторов, таких как Агентство по охране окружающей среды США и Калифорнийский совет по воздушным ресурсам (CARB), как представлено в Таблице 5.1. В качестве альтернативы, для разработки оценок выбросов могут использоваться коэффициенты расхода топлива и коэффициенты выбросов парниковых газов на единицу объема топлива.

Таблица 5.1: Примеры количества выбросов парниковых газов в режиме холостого хода, г / ч⁶

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Тяжелый дизель	4,640	0.183	0.037	4,655

CO₂E представляет собой выражение для загрязняющих веществ эквивалента по углекислому газу с точки зрения их совокупного потенциала влияния на глобальное потепление, в котором каждый грамм CH₄ считается равным 21 г CO₂, и каждый грамм N₂O считается равным 310 г CO₂ в отношении к их относительному потенциалу влияния на глобальное потепление (Таблица 3.1).

⁶ <http://www.arb.ca.gov/msei/msei.htm>

Расстояние, которое преодолевает транспортное средство за время пребывания терминале, можно оценить, просмотрев физическую схему терминала и оценив среднее расстояние между входами и выходами. Предполагается, что на дорогах общего пользования короткие периоды простоя, которые обуславливаются стоянкой на сигналах светофора, интегрируются в пределах коэффициентов выбросов грамм на милю, устраняя необходимость в отдельной оценке. Коэффициенты выбросов парниковых газов, выраженные в граммах загрязняющего вещества на расстояние, пройденное мощным дизельным грузовым автотранспортом, также поступают от правительственных учреждений, таких как CARB, АОС США, Департамента энергии и изменения климата Великой Британии, отдела по защите окружающей среды Канады, как представлено в Таблице 5.2.

Таблица 5.2: Коэффициенты выбросов парниковых газов для автомобильных источников на дорогах, г / км ^{7 8 9}

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
США: Тяжелые дизельные грузовики				
Продвинутая технология контроля	987	0.04	0.03	997.1
Умеренная технология двигателя	1,011	0.05	0.03	1,021.4
Технология контроля отсутствует	1,097	0.06	0.03	1,107.6
ЕС: Тяжелые дизельные грузовики, >33 тонн				
При средней нагрузке (60%)	943.7	1.53	1.02	1,293.0
При полной нагрузке	1,123.5	1.53	1.02	1,472.7

Традиционно, для портовых и региональных видов деятельности выбросы оцениваются в граммах на расстояние, и при этом учитывается сухопутная граница, ограничивающая область, в которой порт имеет влияние или несет ответственность за выбросы, связанные с грузами, перевозимыми грузовиком. В некоторых случаях предполагалось, что порт несет ответственность за выбросы от грузовиков с точки проезда через сухопутную границу по пути в порт и до первой точки отдыха (первоначальный пункт назначения) после выезда из порта. После первоначального пункта назначения или первой точки отдыха, как правило, предполагается, что дополнительные выбросы, связанные с перемещением этих товаров, находятся под влиянием и, следовательно, в сфере ответственности импортера или агента по перегрузке.

Среднее расстояние, преодолеваемое за поездку грузовиком по порту или по региону, может варьироваться в широких пределах. Средняя продолжительность поездки может быть определена путем изучения поездок, во время которых водители или владельцы грузовиков подвергаются допросу относительно их отправной точки перед приездом в порт и их предполагаемого пункта назначения при выезде из порта. В качестве альтернативы, такие устройства, как системы глобального позиционирования (GPS), могут использоваться для электронного отслеживания активности мощного грузового автопарка. После того, как средняя длина поездки одного грузовика будет установлена, выбросы оцениваются с использованием коэффициента в граммах выбросов на пройденное расстояние (Таблица 5.2 выше), умноженного на общий пробег.

⁷ Инвентаризация выбросов парниковых газов и стоков в США: 1990-1996 годы, таблица C-10

⁸ ЕС. 60% нагрузки - Бюллетень статистики транспорта: Статистика грузовых перевозок 2005, DfT SB (06), 27 июня 2006 г.

⁹ ЕС. Использование топлива - дайджест британской энергетической статистики, Департамент энергетики и климата. 2008

Важно отметить, что деятельность грузовиков большой грузоподъемности, участвующих в перемещении товаров в порты и из них, может быть смоделирована государственными органами местного, регионального или более высокого уровня в рамках их общих планов перевозок. Такие агентства, как Федеральная администрация шоссейных дорог (FHWA) в США и местные агентства, такие как Ассоциация правительств Южной Калифорнии, могут быть ценным источником информации, поскольку они периодически выполняют анализ транспорта и транспортных потоков, включая исследования начальных и конечных точек маршрутов, которые могут быть использованы для установления активности портовых парков грузового транспорта. Хотя порты склонны откладывать оценки этих агентств в целях обеспечения согласованности, для портов не является необычным участие в консультациях для обеспечения того, чтобы наиболее точная информация использовалась при установке этих оценок.

Альтернативный подход к оценке выбросов парниковых газов требует, чтобы оценщик знал о количестве топлива, потребляемого автопарком грузовых автомобилей, который обслуживает потребности порта. Эти оценки расхода топлива, собранные в результате анализа поступлений топлива или при изучении заправочных деклараций, в конечном итоге будут связаны с коэффициентами выбросов, выраженных в граммах загрязняющего вещества на галлон потребленного топлива (см. Уравнение 5.2). Коэффициенты выбросов парниковых газов на галлон можно получить у регулирующих органов или учреждений, участвующих в тестировании и сертификации двигателей, как представлено в таблице 5.3.

Уравнение 5.8

$$\text{Общие выбросы} = \text{Общее количество галлонов} \times \text{Грамм на галлон}$$

Таблица 5.3: Коэффициенты выбросов парниковых газов, г / галлон¹⁰

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Тяжелые дизельные грузовики	10,138	0.342	0.332	10,248.1

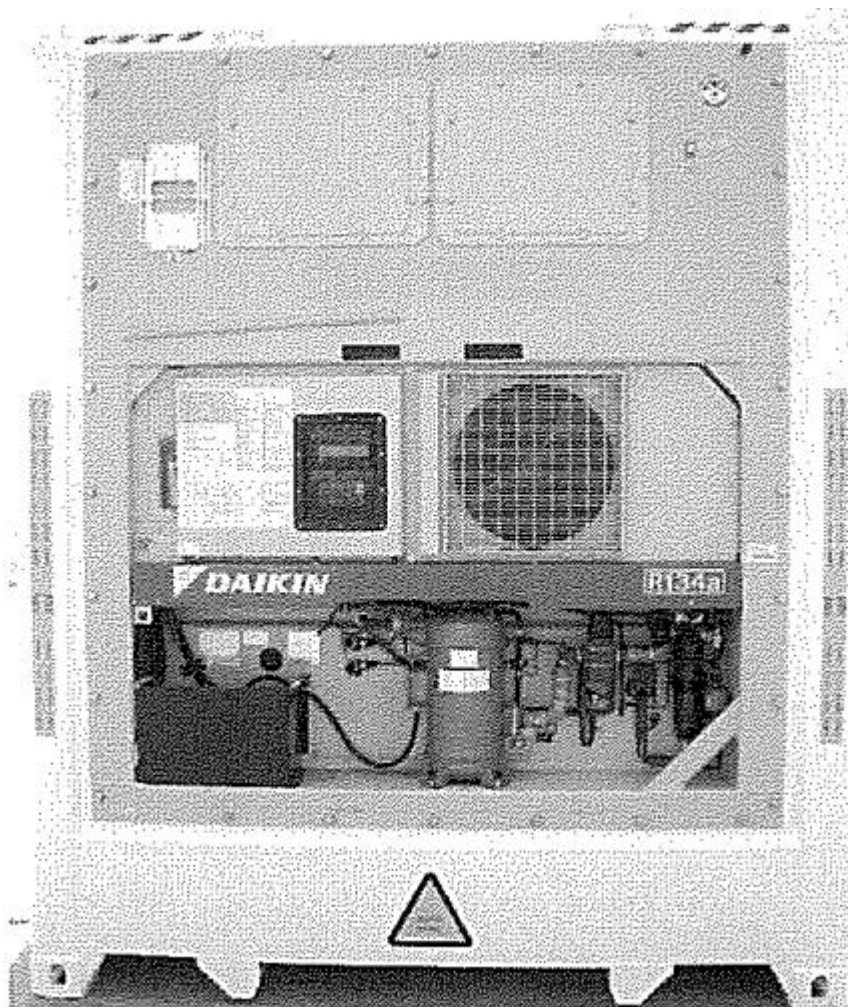
Наконец, свойства различных видов топлива или двигателей могут оказать существенное влияние на выбросы парниковых газов. Во время процесса сертификации двигатели тестируются на стандартизованных эталонных топливах, которые могут отличаться от имеющегося в продаже топлива. В приведенном ниже уравнении добавляется дополнительный коэффициент поправки на топливо (КПТ), который является безразмерным, для учета различий между коммерческим доступным и распространенным топливом и сертифицированным топливом. Также добавляется контрольный коэффициент (КК), который учитывает изменение выбросов за счет установки устройств контроля выбросов или применение мер экономии топлива, таких как модификация обычных двигателей. Значения КПТ и КК могут быть получены либо от регулирующих органов, либо от учреждений, участвующих в тестировании двигателей и моделировании выбросов.

Уравнение 5.9

$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} \times \text{АКТ} \times \text{КПТ} \times \text{КК}$$

¹⁰ http://www.arb.ca.gov/cc/inventory/doc/doc_index.php

Рисунок 5.2: Рефрижераторный контейнер



В дополнение к выбросам от двигателей большой мощности, добавочные выбросы из рефрижераторных контейнеров могут вносить значительный вклад в инвентаризацию парниковых газов порта. Рефрижераторные грузовики имеют интегральные, транспортные холодильные агрегаты (ТХА), в основном работающие от небольших дизельных двигателей (рисунок 5.2), которые работают, чтобы поддерживать грузы при оптимальных температурах, когда внешняя электроэнергия недоступна. ТХА считаются недорожными двигателями, а коэффициенты выбросов, выраженные в граммах парникового газа на единицу выполняемой работы (г/л.с.-ч или г/кВт-ч), могут быть получены от производителей двигателей или государственных учреждений в виде данных сертификации, а также из моделей выбросов, таких как модель «NONROAD» Агентства по охране окружающей среды США или же модель «OFFROAD» организации CARB.

В дополнение к выбросам от дизелей в ТХА также используется различные химические хладагенты, которые, как известно, влияют на атмосферу (провоцируют истощение озонового слоя) и способствуют глобальному потеплению. Многочисленные газы перечислены в нормативных документах США, включая N_2O , CH_4 , CO_2 , гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), трифторид азота (NF_3) и простые эфиры. В таблице 5.4 ниже показан потенциал влияния на глобальное потепление различных хладагентов по отношению к CO_2 . Тип используемого хладагента обычно можно узнать из информационной таблички на самих устройствах (на рисунке 5.2 – это хладагент R134a).

Таблица 5.4. Потенциал воздействия на глобальное потепление для различных хладагентов

Соединение	Эквивалент CO ₂
Оксид азота	310
Метан	21
Гидрофторуглероды	от 140 (HFC-152a) до 11,700 (HFC-23)
Перфторуглероды	от 6,500 (CF ₄) до 9,200 (C ₂ F ₆)
Трифторид азота	17,200
Диметиловый эфир	1

Инструментарий, предназначенный для обнаружения и количественной оценки величины утечек хладагента, является коммерчески доступным. В качестве альтернативного метода оценки утечки рекомендуемая частота заправки хладагента должна быть доступна у изготовителя контейнера. Затем годовую сумму сборов можно разделить на среднее время от загрузки контейнера в порту и до первой точки отдыха контейнера.

Пример 1:

Например, выбросы парниковых газов оцениваются с использованием следующих данных:

- 1000 высокотехнологичных грузовиков повышенной грузоподъемности есть в парке грузовых автомобилей;
- Среднее время простоя: 30 минут на поездку на грузовик;
- Средняя дистанция на терминале: 1 километр на поездку на грузовик;
- Средняя дистанция в пути: 60 км на одну машину;
- Поездки на грузовиках: 1000 поездок в год.

Расчет для выбросов CO₂E на холостом ходу на терминале будет следующим:

$$1000 \text{ грузовиков} \times 1000 \text{ поездок/год} \times 30 \text{ минут/поездка} \times 1 \text{ час/60 мин} \times 4655,3 \text{ г CO}_2\text{E/час} = 2,327,650,000 \text{ г CO}_2\text{E / год или } 2\,327,65 \text{ тонн CO}_2\text{E / год}$$

Расчет выбросов во время перемещения по терминалу:

$$1000 \text{ грузовиков} \times 1000 \text{ поездок / год} \times 1 \text{ км / поездка} \times 997,14 \text{ г CO}_2\text{E / км} = 997140000 \text{ г CO}_2\text{E / год или } 997,14 \text{ тонн CO}_2\text{E / год}$$

Общий объем выбросов в атмосферу на терминале: CO₂E = 2,327.65 + 997.14 = 3,324,79 т / год

Расчет для работы в портах и в регионе будет следующим:

$$1000 \text{ грузовиков} \times 1000 \text{ поездок / год} \times 60 \text{ км / поездка} \times 997,14 \text{ г CO}_2\text{E / км} = 59828400\,000 \text{ г CO}_2\text{E / год или } 59\,828,4 \text{ тонн CO}_2\text{E / год}$$

Общее количество выбросов CO₂E для парка тяжелых дизельных автомобилей = 3,325 + 59,828 = 63,153 т / год

Пример 2:

В качестве примера, основанного на подходе к потреблению топлива, выбросы парниковых газов оцениваются с использованием следующих данных:

- 1000 грузовиков большой грузоподъемности в портовом грузовом автопарке;
- Поездки на грузовиках: 1000 поездок в год каждого грузовика;
- Средний расход топлива за поездку: 5 галлонов на поездку на грузовик.

Расчет для грузовых дизельных грузовых автомобилей, связанных с портом, будет следующим:

$$1000 \text{ грузовиков} \times 1000 \text{ поездок / год} \times 5 \text{ галлонов / поездка} \times 10,248,1 \text{ г CO}_2\text{E / галлон} = \\ 51\,240\,500\,000 \text{ г CO}_2\text{E / год или } 51\,241 \text{ т CO}_2\text{E / год}$$

5.1.3 Железнодорожные локомотивы

В этом разделе обсуждаются методы, которые могут быть использованы для разработки оценок выбросов парниковых газов из локомотивов, используемых для перемещения товаров в порты и из портов по железной дороге. Железные дороги считаются «самой зеленой», наиболее экономичной формой наземного транспорта, и отвечают за перемещение 43 процентов грузов в США в последние годы по сравнению с 15 процентами для Китая и 10 процентами для Европы. Грузовые поезда в три или более раза экономичнее по сравнению с тяжелыми дизельными грузовиками с возможностью перемещения тонны фрахта в среднем на 436 миль на галлон потребленного топлива ¹¹.

Локомотивы, используемые в портовых операциях, обычно классифицируются по размеру и / или использованию как маневровые локомотивы или линейные тяговые локомотивы. Линейные тяговые локомотивы (рисунок 5.3) обычно имеют очень мощные двигатели (от 3000 до 4000 л.с.) и используются для перевозки грузов на относительно больших расстояниях, как например, товары, которые транспортируются в пункты назначения по всей стране, либо же которые готовятся для отправки за границу. В отличие от этого, маневровые локомотивы (рисунок 5.4) обычно имеют двигатели меньшей мощности (от 1200 до 3000 л.с.) и выполняют перевозки на относительно короткие дистанции, а также выполняют формирование / расформирование железнодорожных составов в различных местах в порту и вокруг него, сортировку вагонов входящих грузовых составов в смежные «фрагменты» для последующей доставки на терминалы и перегрузки железнодорожных грузов в порту.

¹¹ Ассоциация американских железных дорог, <http://www.aar.org/environment.aspx?p=1>

Рисунок 5.3: Линейный тяговый локомотив



Рисунок 5.4: Маневровый локомотив



Дизельное топливо используется как линейными тяговыми локомотивом, так и маневровыми локомотивами, причем это топливо является основным видом топлива для локомотивных двигателей. Другие виды топлива практически не применяются. Однако в большинстве локомотивов используются дизельные электрические системы, где дизельное топливо потребляется для выработки электроэнергии, которая используется для питания тяговых электродвигателей. Поэтому, в отличие от тяжелых дизельных грузовиков, загрузка дизельного двигателя для локомотивов не является прямой функцией скорости транспортного средства. Активность локомотивов имеет тенденцию выражаться в терминах «время в вырезе» (имеется в виду вырез на секторе положения регулятора дроссельной заслонки) или положении дроссельной заслонки, которое колеблется от холостого хода до одного из восьми различных режимов работы, каждый из которых представляет собой последовательно более высокую среднюю нагрузку на двигатель. Только выбросы, связанные с сжиганием дизельного топлива, будут учитываться при оценке парниковых газов от этих двигателей.

Во многих сценариях применения внешние источники энергии используются для движения локомотивов, а для установленных на самих локомотивах дизельные двигатели. Эти электрические грузовые поезда (рисунок 5.5) получают электричество от воздушных линий или с помощью третьего рельса. Среди преимуществ электрификации железнодорожного транспорта - полное отсутствие загрязняющих веществ, испускаемых самими локомотивами, более высокая производительность, более низкие требования к техническому обслуживанию и более низкие затраты на энергию. Выбросы, связанные с выработкой электроэнергии для перемещения этих поездов, будут рассматриваться как выбросы в Области 3. Выбросы, связанные с работниками портов, которые добираются на работу в порт, традиционно моделируются отдельно от выбросов, связанных с перевозкой товаров.

Основное уравнение для оценки выбросов парниковых газов из локомотивов аналогично таковому уравнению для всех других мобильных источников выбросов, когда количество транспортных средств или двигателей умножается на коэффициент выбросов, выражаемый в количестве загрязняющих веществ на одну единицу деятельности, которая, в свою очередь, умножается на определенную единицу времени (уравнение 5.10).

Уравнение 5.10

$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} \times \text{АКТ}$$

В этом уравнении ПТ - это количество локомотивов, задействованных в обслуживании порта, КВ - коэффициент выбросов, выраженный в граммах на галлон или кг топлива, грамм на тонну-милю или грамм на лошадиную силу в час, а АКТ - соответствующая деятельность; т.е. количество галлонов потребляемого топлива в год, всего тонно-миль или лошадиных сил-часов в год.

Таблица 5.6: Коэффициенты выбросов парниковых газов для дизельных тепловозов, г / л.с.¹²
(соответствует ссылке 15 в оригинальном документе – прим. перев.)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Линейные тяговые тепловозы	507.1	0.071	0.005	510.14
Маневровые тепловозы	502.5	0.071	0.005	505.54

Уравнение 5.12 (см. выше) также может использоваться для оценки выбросов парниковых газов электрических грузовых локомотивов; однако коэффициенты выбросов будут варьироваться в зависимости от местного исходного сырья (то есть угля, природного газа, гидроэнергетики и т.д.), используемого для выработки электроэнергии, а также от того в какой степени эти электростанции оснащены устройствами для контроля выбросов вредных веществ. Эта информация должна быть доступна местным коммунальным предприятиям, у которых можно ее получить.

Возможно, самая подробная информация о локомотивных операциях собирается, поскольку они фактически используются. Данные о времени работы в определенном режиме двигателя записываются системами управления двигателем локомотива и могут быть получены от железнодорожных операторов. В дополнение к простоям и настройкам восьми режимов, во многих локомотивах используется динамическое торможение, в течение которых двигатель электропривода работает как генератор, чтобы помочь замедлить работу локомотива, при этом мощность, генерируемая сопротивлением, рассеивается как тепло. Хотя двигатель не генерирует движущую силу при динамическом торможении, он генерирует энергию для запуска охлаждающих вентиляторов, поэтому это рабочее состояние несколько отличается от холостого хода. Обычно двигатели маневровых тепловозов не используют динамическое торможение.

Поскольку каждый режим работы представляет собой процент от полной мощности, доступной от двигателя локомотива, выбросы в каждом режиме можно оценить, используя уравнение 5.13. В этом случае коэффициенты выбросов в Таблице 5.6 могут быть связаны с оценками активности, выраженными в лошадиных сил-часах (время работы в определенном режиме, умноженное на процент мощности для данного режима) для получения общих выбросов. Этот уровень детализации необходим для определения локализованного воздействия стратегий сокращения выбросов, таких как ограничение на холостом ходу. Оценочный процент полной мощности, характерный для разных режимов, представлен в таблице 5.7.

Уравнение 5.13

Общие выбросы = Коэффициент выбросов (г / л.с.-ч) x Общая номинальная мощность (л.с.) x % общая номинальная мощность в определенном режиме работы x Время работы в определенном режиме (часы)

Таблица 5.7: Расчетная потребляемая мощность в режиме работы, процент

Режим	% от полной мощности	Режим	% от полной мощности
Динамическое торможение	2.1	Режим 4	34.3
Холостой ход	0.4	Режим 5	48.1
Режим 1	5.0	Режим 6	64.3
Режим 2	11.4	Режим 7	86.6
Режим 3	23.5	Режим 8	102.5

¹² Проект контейнерного терминала, Приложение Е 1.3, Департамент залива Лос-Анджелеса, Апрель 2008 года

Наконец, свойства различных видов топлива или двигателей могут оказать существенное влияние на выбросы парниковых газов. Во время процесса сертификации двигатели тестируются на стандартизованных эталонных топливах, которые могут отличаться от имеющегося в продаже топлива. В приведенном ниже уравнении добавляется дополнительный коэффициент поправки на топливо КПТ, который является безразмерным и применяется для учета различий между коммерчески доступным и эталонным сертифицированным топливом. Также применяется контрольный коэффициент КК, который вводится для учета изменения выбросов из-за установки устройств контроля выбросов, например, таких как система рециркуляции выхлопных газов; или же для учета изменений при модификации двигателя для его соответствия новым номинальным рабочим процедурам для борьбы за чистоту выхлопа. Эти коэффициенты КПТ и КК могут быть получены либо от регулирующих органов, либо от учреждений, участвующих в тестировании двигателей и моделировании выбросов.

Уравнение 5.14

$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} (\text{г} / \text{кВт-ч}) \times \text{АКТ} (\text{кВт-часов}) \times \text{КПТ} \times \text{КК}$$

Пример 1:

В качестве примера оценки выбросов на основе топлива рассмотрим следующие данные:

- Расход топлива: 50 000 галлонов в год (из показаний счетчика топлива / поступления топлива);
- Коэффициент выбросов: 10 172,5 кг CO₂E / галлон (Таблица 5.5).

Расчет будет следующим:

$$\begin{aligned} & 50\,000 \text{ галлонов в год} \times 10\,172,5 \text{ г CO}_2\text{E} / \text{галлон} = \\ & 508\,625\,000 \text{ г CO}_2\text{E} / \text{год или } 508,6 \text{ тонн CO}_2\text{E} / \text{год} \end{aligned}$$

Пример 2:

В качестве примера оценки выбросов на основе энергетической нагруженности, рассмотрим следующие данные:

Номинальная мощность: 2,500 л.с. (получена от производителя, владельца или оператора локомотива);

Коэффициент нагрузки: 0,433 (Сектор 4 из Таблицы 5.7);

Время работы в режиме: 1000 часов на в год (получено от владельца или оператора оборудования);

Коэффициент выбросов CO₂E: 510,14 г / л.с.-ч (Таблица 5.6).

Выбросы (г загрязняющих веществ / год) = Номинальная мощность (л.с.) x Коэффициент нагрузки (безразмерный) x Время работы (часы / год) x Коэффициент выбросов (г загрязняющего вещества / л.с.)

Общие выбросы (Режим 4) =

$$\begin{aligned} & 2\,500 \text{ л.с.} \times 0,433 \times 1000 \text{ часов} / \text{год} \times 510,14 \text{ г CO}_2\text{E} / \text{л.с.-час} = \\ & 437\,325\,000 \text{ г CO}_2\text{E} / \text{год или } 437,45 \text{ тонн CO}_2\text{E} / \text{год} \end{aligned}$$

Хотя массовые выбросы CH_4 и N_2O , как правило, малы по сравнению с выбросами CO_2 , эти выбросы остаются важными из-за их относительно высокого потенциала влияния по глобальное потепление. Каждый грамм N_2O имеет в 310 раз больший потенциал влияния на глобальное потепление чем CO_2 , и каждый грамм CH_4 имеет в 21 раз больший потенциал влияния на глобальное потепление чем CO_2 .

Наконец, свойства различных видов топлива или двигателей могут оказать существенное влияние на выбросы парниковых газов. Во время процесса сертификации двигатели тестируются на стандартизованных эталонных топливах, которые могут существенно отличаться от коммерчески доступного топлива. В приведенном ниже уравнении к уравнению добавляется дополнительный коэффициент КПТ, который, как и коэффициент нагрузки не имеет единиц измерения (является безразмерным), который учитывает различия между коммерчески доступным и сертифицированным эталонным топливом. Также в уравнение добавляется контрольный коэффициент КК, который учитывает изменение выбросов в результате установки систем по контролю за выбросами или экологических и энергосберегающих технологий, например, таких, как гибридные энергосистемы. Эти КПТ и КК могут быть получены либо от регулирующих органов, либо от учреждений, участвующих в тестировании двигателей и моделировании выбросов.

Уравнение 5.17

Выбросы = Коэффициент выбросов (КВ) x НР x Коэффициент нагрузки (КН) x КПТ x АКТ
x КК

Пример 1:

В качестве примера оценки выбросов на основе топлива рассмотрим следующие данные:

- Расход топлива: 10 000 галлонов в год (из показаний счетчика топлива / поступления топлива);
- Коэффициент выбросов: 10,14 кг CO_2 / галлон (см. выше).

Расчет будет следующим:

$$10\,000 \text{ галлонов в год} \times 10,14 \text{ кг } \text{CO}_2 / \text{галлон} = 101\,400 \text{ кг } \text{CO}_2 / \text{год или} \\ 101,4 \text{ тонн } \text{CO}_2 / \text{год}$$

Пример 2:

В качестве примера оценки выбросов на основе затраченной мощности, рассмотрим следующие данные:

Номинальная мощность: 1000 кВт для экскурсионного судна (полученное от производителя, владельца или оператора двигателя);

Коэффициент нагрузки: 0.42 (получено из моделирующей документации организации CARB для гребных двигателей экскурсионных судов);

Время работы: 1000 часов в год (получено от владельца оборудования или оператора, либо от счетчика часов, либо из оценки, основанной на графике работы);

Коэффициент выбросов CO_2 : 652 г CO_2 / кВт-ч (получено от организации CARB).

Выбросы (г загрязняющих веществ / год) = номинальная мощность (кВт) x коэффициент нагрузки (безразмерный) x время работы (часы / год) x коэффициент выбросов (г загрязняющих веществ / кВт-ч)

$$1000 \text{ кВт} \times 0,42 \times 1000 \text{ ч / год} \times 652 \text{ г } \text{CO}_2 / \text{кВт-ч} = \\ 273,840,000 \text{ г } \text{CO}_2 / \text{год или } 273,84 \text{ т } \text{CO}_2 / \text{год}$$

Таблица 5.9 включает коэффициенты выбросов парниковых газов, а именно диоксида углерода, метана и диоксида азота. Коэффициенты выбросов для CO₂E основаны на потенциале влияния на глобальное потепление трех первичных парниковых газов (т.е. CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310). Следует отметить, что изменение типа топлива обычно не влияет на коэффициенты выбросов парниковых газов, за исключением CH₄, который имеет коэффициент поправки на топлива 0,94 для топлива, более легкого, чем остаточное.

Таблица 5.9: Коэффициенты выбросов парниковых газов для судовых гребных двигателей с использованием остаточного топлива, г / кВт-ч

Двигатель	МУ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Дизель низкоскоростной	<1999	620	0.012	0.031	629.9
Дизель среднескоростной	<1999	683	0.010	0.031	692.8
Дизель низкоскоростной	2000+	620	0.012	0.031	629.9
Дизель среднескоростной	2000+	683	0.010	0.031	692.8
Газовые турбины	Все	970	0.002	0.080	994.8
Паровые двигатели	Все	970	0.002	0.080	994.8

Коэффициенты выбросов для вспомогательных двигателей¹³ (соответствует ссылке 19 в оригинальном документе – прим. перев.) представлены ниже в таблице 5.10.

Таблица 5.10: Коэффициенты выбросов парниковых газов для вспомогательных двигателей с использованием остаточного масла, г / кВт-ч

Двигатель	МУ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Среднескоростные	Все	683	0.008	0.031	692.8

В дополнение к вспомогательным двигателям, которые используются для выработки электроэнергии на борту судна, большинство судов имеют один или несколько котлов, используемых для подогрева топлива и для производства горячей воды или пара. Предполагается, что котельные используются на пониженных скоростях, например, во время маневрирования в гавани, а также когда судно находится в порту, а основные двигатели выключены. Ниже приведены коэффициенты выбросов, используемые для паровых котлов на основе коэффициентов выбросов ENTEC для паровых котлов (ENTEC 2002)¹⁴ (соответствует ссылке 20 в оригинальном документе – прим. перев.).

Таблица 5.11: Коэффициенты выбросов парниковых газов для вспомогательных котлов судов с использованием остаточного топлива, г / кВт-ч

Двигатель	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Паровой котел	970	0.002	0.08	994.8

¹³ IVL 2004

¹⁴ ENTEC, Квантификация выбросов судов, ассоциированных с движением судов между портами в Европейском сообществе, Финальный отчет, Июль 2002. подготовлено Европейской комиссией.

Как и в других категориях, можно моделировать выбросы парниковых газов судов с помощью детального или суррогатного подхода. Суда поддаются обоим подходам, поскольку имеются хорошие данные по их активности, заправке и т.д., доступные портам при перемещении судов в пределах их домена. Однако эти усилия по оценке могут быть сложными и могут занять более года, чтобы завершить первоначальную инвентаризацию. Важно отметить, что методы обработки данных, качество данных и подходы постоянно улучшаются по мере завершения каждой инвентаризации. Существует несколько портов, которые завершили подробные инвентаризации, и настоятельно рекомендуется, чтобы порты, желающие провести такую же подробную инвентаризацию выбросов, связались с одним из этих портов, чтобы получить самую последнюю информацию. Список этих портов приведен в Разделе 1, Введение.

Рассматривая суррогатные подходы, можно использовать подход, основанный на топливе; однако при оценке судовых выбросов по режиму активности доступность информации о потреблении топлива на судне для других режимов, кроме морского, очень ограничена. Поэтому рекомендованный суррогатный подход заключается в использовании комбинации упрощенных предположений, средних показателей мирового флота и данных, опубликованных в последних подробных описаниях портов. Можно также использовать упрощенные допущения, связанные со скоростью, расстояниями, временем, проведенным на причале, типом движения, вспомогательными энергетическими системами, котлами, режимами и т.д., а также средними показателями мирового флота для основных двигателей и максимальных судовых скоростей. В таблице 5.12 ниже приведены средние показатели по мировому флоту мощности энергетической установки, максимальной номинальной скорости и скорость на море для наиболее распространенных типов и классов судов¹⁵ (*соответствует ссылке 21 в оригинальном документе – прим. перев.*). Следующим шагом будет подсчет или оценка количества и типов судов, которые заходили в порт в период времени, связанный с проведением инвентаризации. В качестве следующего шага используем средние значения по умолчанию для вспомогательных двигателей и вспомогательного котла для класса судна из самых последних опубликованных исследований. В качестве последнего шага необходимо оценить энергию по классу судна, применить коэффициенты выбросов и перевести результаты из граммов в короткие или метрические тонны. Графическое представление этого подхода представлено на рисунке 5.14 после Таблицы 5.12.

Этот суррогатный подход лучше всего подходит для оценки деятельности порта связанной с судами.

¹⁵ Выбранные классы судов в соответствии с Регистром Ллойда, 2008 год

Рисунок 5.17: Выбросы наземной дорожной строительной техники



В строительстве обычно используются тяжелые дизельные грузовики повышенной грузоподъемности (Рисунок 5.17). Выбросы этих транспортных средств имеют тенденцию варьироваться в зависимости от возраста (модельный год) из-за изменений в действующих нормах выбросов и стандартов экономии топлива, а также из-за потери эффективности сгорания в качестве старения транспортных средств. Поэтому важно учитывать, по крайней мере, средний возраст парка автотранспортных средств, который используется во время строительства, однако лучше всего получить фактическое распределение автотранспортных средств по модельным годам. Информация о среднесрочном модельном году и возрасте, а также информация о выбросах для автопарка может быть получена из различных моделей оценки выбросов для автотранспортных средств, таких как модели MOBILE, EMFAQ и COPERT. Информация о модельном году часто доступна через изучение выданных разрешений на строительство или же может быть получена непосредственно от строительной компании. Пример коэффициентов выбросов парниковых газов для грузовых автомобилей повышенной грузоподъемности приведен в Таблице 5.13.

Таблица 5.13: Коэффициенты выбросов парниковых газов для автомобильных источников на дорогах, г / км^{16 17 18} (соответствуют ссылкам 22,23 и 24 в оригинальном документе соответственно – прим. перев.)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
США: Тяжелые дизельные грузовики				
Продвинутая технология контроля	987	0.04	0.03	997.1
Умеренная технология двигателя	1,011	0.05	0.03	1,021.4
Технология контроля отсутствует	1,097	0.06	0.03	1,107.6
ЕС: Тяжелые дизельные грузовики, >33 тонн				
При средней нагрузке (60%)	943.7	1.53	1.02	1,293.0
При полной нагрузке	1,123.5	1.53	1.02	1,472.7

¹⁶ Инвентаризация выбросов парниковых газов и стоков в США: 1990-1996 годы, таблица C-10

¹⁷ ЕС. 60% нагрузки - Бюллетень статистики транспорта: Статистика грузовых перевозок 2005, DfT SB (06), 27 июня 2006 г.

¹⁸ ЕС. Использование топлива - дайджест британской энергетической статистики, Департамент энергетики и климата. 2008

Деятельность, связанная со строительством, будет состоять из количества миль, пройденных в движении грузовиками, и количества часов, которые они проводят при простоях в течение периода строительства. Для тяжелых грузовых автомобилей важно сгруппировать грузовые автомобили по функциям (например, водовозы, цементовозы, автоцистерны, грузовики для подвоза еды персоналу, многоцелевые грузовики и т.д.), а оценка пройденного транспортом расстояния в милях / км (ПТР) будут оцениваться по замкнутой траектории от парка, грузового терминала, дома оператора и т.д. и до места работы и обратное расстояние от места работы до наиболее частого пункта конечного назначения, будь то, например, свалка для осадения материала или цементный завод, чтобы забрать груз. Этот процесс оценки показан для выбросов CO₂ в уравнении 5.23.

Уравнение 5.23

Общее количество эксплуатационных выбросов (для тяжелых грузовиков) =
Количество грузовиков x (миль / поездку x количество поездок) x Коэффициент
выбросов г / милю

Общее количество выбросов при простое (для тяжелых грузовиков) =
Количество грузовиков x количество часов простоя / день x количество дней x
Коэффициент выбросов г / час

В приведенном выше уравнении 5.23 эксплуатационные выбросы определяются как те, которые возникают во время работы двигателя транспортного средства, и транспортное средство находится в движении. Выбросы при простое возникают тогда, когда двигатель автомобиля работает, но автомобиль неподвижен, как в случае, когда грузовик ждет получения груза для перевозки.

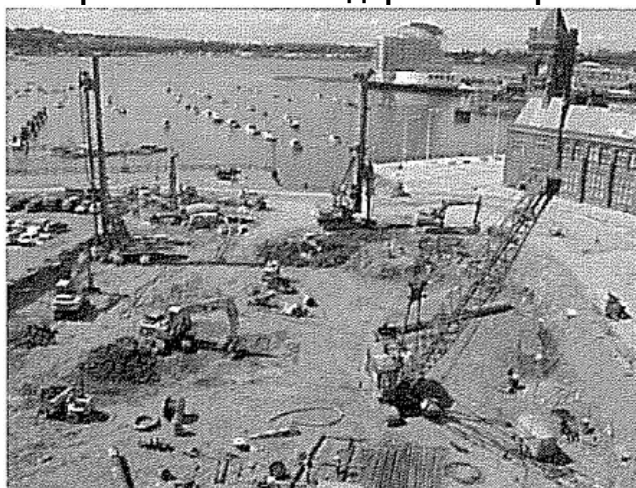
Альтернативно, выбросы парниковых газов можно оценить в зависимости от количества топлива, потребляемого во время строительства, как показано в уравнении 5.24. Общее количество потребляемого топлива за период может быть оценено с использованием средних данных об экономии топлива или получено из записей заправки строительного подрядчика.

Уравнение 5.24

Общее количество эксплуатационных выбросов (для тяжелых грузовиков) =
Количество грузовиков x галлонов / поездку x Количество поездок x
Коэффициент выбросов г / галлон

Общее количество выбросов при простое (для тяжелых грузовиков) =
Количество грузовиков x Количество часов простоя / день x галлоны / часы простоя x Количество
дней x Коэффициент выбросов г / галлон

Рисунок 5.18. Выбросы наземной дорожной строительной техники



Выбросы парниковых газов недорожной строительной техникой (рисунок 5.18) также могут быть оценены с использованием уравнения 5.22, которое приведено выше. Основное различие между оценками выбросов дорожной и недорожной строительной техники связано с наличием информации о деятельности / активности. В то время как для дорожных транспортных средств лучше всего разработать стратегию по получению количества миль / км, пройденных в ходе проекта, то для недорожного оборудования, как правило, являются лучшим показателем часы работы оборудования во время строительства. В этом случае, как правило, используется уравнение 5.25.

Уравнение 5.25

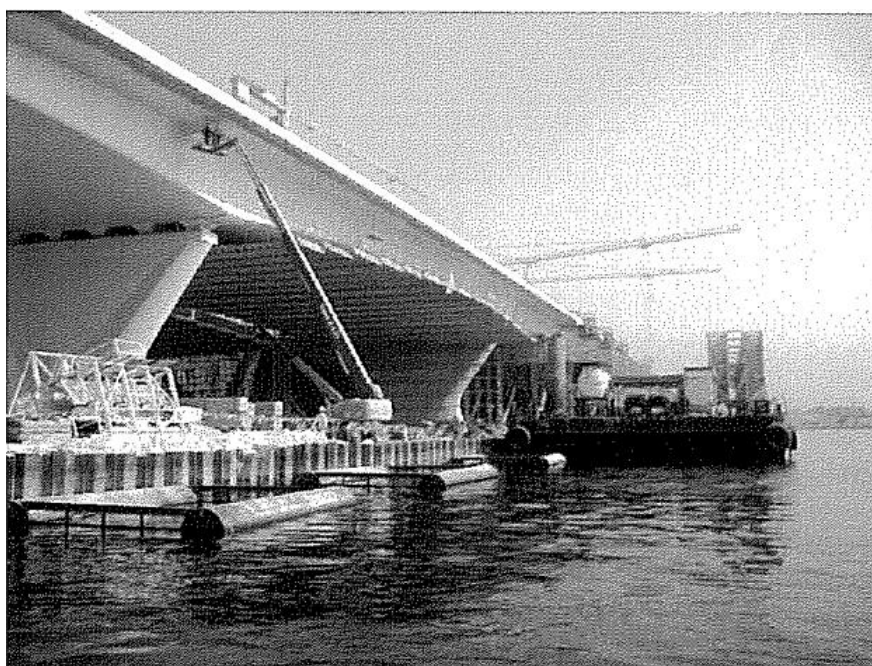
$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} (\text{г} / \text{кВт-ч}) \times \text{Общая номинальная мощность (кВт)} \times \text{КН} \times \text{Всего часов работы}$$

КН – это коэффициент нагрузки, который представляет собой безразмерный множитель, выражающий процент от общей номинальной мощности двигателя, используемой в типичном сценарии применения. Например, коэффициент нагрузки 0,5, применяемый к двигателю мощностью 450 кВт, предполагает, что это оборудование потребляет 225 кВт во время его обычного рабочего цикла. Коэффициенты выбросов и нагрузки, специфичные для оборудования, доступны у правительственных учреждений и производителей двигателей. Общее количество часов работы может быть получено путем регистрации показаний счетчиков часов работы, если машины оснащены таким оборудованием, с помощью приборов или по запросу к строительному подрядчику. Как для дорожных транспортных средств и для строительных транспортных средств, так и для недорожного строительного оборудования могут быть сделаны оценки выбросов парниковых газов на основе расхода топлива, если есть информация о расходе топлива. Наконец, выбросы парниковых газов для грузов, перемещаемых поездом, будут оцениваться на уровне тонн-миль или расхода топлива, как показано в уравнении 5.26.

Уравнение 5.26

$$\text{Общие выбросы} = \text{ПТ} \times \text{КВ} (\text{г} / \text{л}) \times \text{Расход топлива (л / час)} \times \text{Всего часов работы}$$

Рисунок 5.19: Выбросы в процессе работы надводных строительных машин



Оценка выбросов парниковых газов от деятельности надводного строительного оборудования (рисунок 5.19) включают выбросы всех судов, используемых в ходе процесса строительства. Суда группируются по типу судна или по сходству применения, а затем оценивается наилучшая детерминанта деятельности по расходу энергии: от наилучшего до наименее желательного и наименее конкретного. Как только эта детерминанта будет принята, можно использовать уравнения 5.25 или 5.26, приведенные выше.

В конкретном случае проведения дноуглубительных работ имеется дополнительный альтернативный метод оценки выбросов в зависимости от массы перемещенных материалов. В этом случае оценка мощности или топлива, необходимых для перемещения определенного количества материала, производится до использования вышеуказанных уравнений. Например, если, по оценкам, требуется 250 кВт-ч, чтобы переместить тонну материала при проведении дноуглубительных работ, то оценщик должен знать только тонны материала должны быть перемещены во время проведения дноуглубительных работ. То же самое можно сказать и об оценках потребления топлива на тонну перемещаемого материала.

Уравнение 5.27

Общие выбросы = Тонны материала x кВт-ч / тонна x КВ (г / кВт-ч)

или

Общие выбросы = тонны материала x литры / тонна x КВ (г / л)

Продолжая рассматривать наш пример дноуглубительных работ, необходимо заметить, что выбросы барж и буксиров должны рассчитываться с учетом транзитных расстояний от места экскавации до места захоронения таким же образом, как это было рассмотрено в ходе обсуждения для тяжелых дизельных грузовиков.

Пример 1:

В качестве примера оценки выбросов парниковых газов в наземных районах, рассмотрим следующие данные:

- 10 тяжелых дизельных грузовиков, путешествующих на 20 миль в день (туда и обратно) на строительную площадку и совершающих 10 поездок в день по 20 миль за поездку (туда и обратно) между местом работы и местом сброса груза;
- Тяжелые дизельные грузовики простаивают в течение 15 минут за поездку при загрузке;
- Один бульдозер мощностью 300 кВт и один экскаватор мощностью 400 кВт используются по 6 часов в день при 40% нагрузке на двигатель для загрузки материала в грузовики большой грузоподъемности;
- Один грузовик общественного питания посещает строительную площадку 1 раз в день, совершает 5 мильную поездку и простаивает 1 час / день;
- Всего дней строительства = 60 / год.

Расчет для выбросов CO₂ будет следующим:

Дорожная техника:

Общее количество эксплуатационных выбросов тяжелых грузовиков = (10 грузовиков x 20 миль / день + 10 Грузовики x 10 поездок / день x 20 миль / поездка) x 60 дней / год x 1,891,6 г / миль CO₂ = 249,691,200 г CO₂ / год или 249,69 т CO₂ / год

Общее количество выбросов тяжелых грузовиков при простое (т / год) = 10 грузовиков x 10 поездок в день x 0,25 часа в режиме холостого хода / поездку x 60 дней / год x 4 640 г CO₂ / час = 6,960,249 г CO₂ / год или 6,96 т CO₂ / год

Общее количество эксплуатационных выбросов грузовика общественного питания = 1 грузовик x 5 миль / день x 60 дней / год x 1,891,6 г CO₂ / милю = 567 480 г CO₂ / год или 0,57 т CO₂ / год

Общее количество выбросов при простое грузовика общественного питания = 1 грузовик x 1 час / день x 4 640 г CO₂ / час = 4 640 г CO₂ / год или 0,005 т CO₂ / год

Общий объем выбросов CO₂ дорожной техники = 249,69 + 6,96 + 0,57 + 0,005
= 257,23 т / год

Недорожная техника:

Бульдозер = 1 единица x 300 кВт x 0,4 (КН) x 6 часов / день x 60 дней / год x 762 г CO₂ / кВт-ч = 32 918 400 г CO₂ / год или 32,92 т CO₂ / год

Экскаватор = 1 единица x 400 кВт x 0,4 (КН) x 6 часов / день x 60 дней / год x 762 г CO₂ / кВт-час = 43,891,200 г / год или 43,89 т CO₂ / год

Общие выбросы CO₂ дорожной техники = 32,92 + 43,89 = 76,81 т / год

Пример 2:

В качестве примера оценки выбросов парниковых газов в прибрежных районах, предполагая, что следующие данные:

- Один донный экскаватор расходует 1000 кВт / ч на тонну удаляемого материала;
- Материал загружается на баржу и толкается буксиром на 5 морских миль в обе стороны, чтобы сбросить материал;
- Буксир оснащен главным двигателем мощностью 1450 кВт и работает при 25% нагрузке со скоростью 2,5 узла (время в пути = 5 морских миль при 2,5 узлах = 2 часа / поездка);
- Баржа выгружает 1000 тонн материала в день за пять рейсов;
- 100 000 тонн материала будет перемещаться за время проекта в год.

Расчет будет следующим:

Выбросы донного экскаватора = 1000 кВт-ч / т x 100 000 т x 652 г CO₂ / кВт-ч x 1 тонну / 1 000 000 г = 65 200 тонн

Выбросы буксира = 100 000 тонн / 1000 тонн / день x 5 поездок / день x 2 часа / поездка x 1,450 кВт x 0,25 (КН при 2,5 узлах) x 652 г CO₂ / кВт-ч x 1 тонну / 1 000 000 г = 236,35 т / год

Общие выбросы CO₂ в окружающую среду = 65 200 + 236,35 = 65,436,35 т / год

5.2. Стационарные источники

Стационарные источники, такие как электрические причальные краны, представленные на Рисунке 5.20, являются второй группой источников, присутствующих в портах. Как правило, на них приходится значительно меньше выбросов парниковых газов, чем на мобильные источники. В этом разделе обсуждаются методы, используемые для разработки оценок выбросов парниковых газов, связанных с портовыми сооружениями, которые относятся к категории стационарных источников. Выбросы стационарных источников исходят из фиксированных, определенных, идентифицируемых, локализованных источников, таких как:

- Электростанции;
- Котельные;
- Портативные или аварийные генераторы;
- Потребители электроэнергии (здания, освещение, рефрижераторные мощности, электрифицированное оборудование для погрузочно-разгрузочных работ, другие электрические системы и агрегаты терминала и т.д.);
- Объекты, которые используют процессы сжигания.

Потребление электроэнергии в портах включает в себя энергию, используемую при рутинной эксплуатации всевозможного оборудования, которое принадлежит как порту, так и разным арендаторам (например, освещение, приборы, комфортное охлаждение, компьютеры, вентиляция и т.д.), электрифицированное погрузочно-разгрузочное оборудование (электрические причальные краны, электропоезда, порталы краны, козловые краны с электропитанием и т.д.), береговое питание судов, промышленные объекты, жилые помещения и прочее. Хотя электрифицированное погрузочно-разгрузочное оборудование обычно считается мобильным источником; с точки зрения выбросов парниковых газов, из-за их электрификации, выбросы от их операций оцениваются на основе закупки электроэнергии для их питания.

Рисунок 5.20: Электрические причальные краны



Область 1 выбросов парниковых газов включают в себя все прямые выбросы от стационарных источников, которые находятся в сфере постоянного контроля порта, включая стационарные генераторы и здания, принадлежащие порту. Область 2 выбросов парниковых газов включает в себя все косвенные выбросы, связанные с импортом и потреблением портом покупной электроэнергии для его внутренних источников, которые находятся под его прямым контролем.

Несмотря на то, что существенные выбросы в области 1 и 2 составляют небольшую часть общих выбросов порта, по сравнению с областью выбросов 3, связанной с операциями, которые проводятся арендаторами мощностей порта. Следует отметить, что косвенные выбросы, связанные с покупной электроэнергией со стороны портовых арендаторов, также рассматриваются как выбросы в области 3. Комплексные оценки выбросов парниковых газов, связанных с портовыми стационарными источниками, осуществляются с использованием приведенного ниже уравнения 5.28.

Уравнение 5.28

$$\text{Общие выбросы} = KB \times AKT$$

Где KB – это коэффициент выбросов, выраженный в граммах выбросов парниковых газов на единицу активности, а АКТ – это соответствующая деятельность. Что касается потребления электроэнергии, то компонентом деятельности уравнения является расчетное или измеренное количество киловатт или мегаватт электроэнергии, потребляемое за единицу времени (в день или в год), что может быть определено путем проверки счетов за электроэнергию. Коэффициент выбросов парниковых газов зависит от средств, используемых для производства электроэнергии (т.е. происходит сжигание угля или природного газа или присутствует использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия, ветер; либо же используется атомная энергия или гидроэнергетика). Мировое потребление энергии и распределение выбросов парниковых газов представлено на Рисунке 5.21. Состав электрогенерирующего сырья может быть получен от поставщика электроэнергии для порта. В таблице 5.14 ниже представлены коэффициенты выбросов CO₂, связанные с выработкой электроэнергии из разных сырьевых запасов.

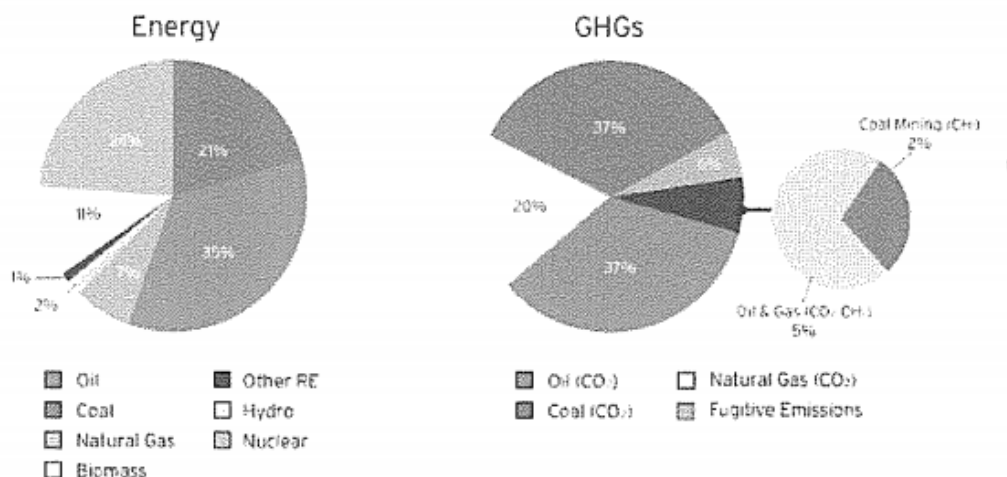
Таблица 5.14: Факторы эмиссии CO₂ для производства электроэнергии¹⁹
(соответствует ссылке 25 в оригинальном документе – прим. перев.)

Топливо / источник	фунт CO ₂ /кВт-час	г CO ₂ /кВт-час
Уголь	2.13	4.70
Природный газ	1.03	2.27
Нефть	1.56	3.44
Ветровая энергия	0.00	0.00
Солнечная энергия	0.00	0.00
Атомная энергия	0.00	0.00
Гидроэнергия	0.00	0.00
Энергия приливов/отливов	0.00	0,00
Усредненные данные по странам	фунт CO₂/кВт-час	г CO₂/кВт-час
Франция	0.16	0.35
Германия	1.16	2.56
Италия	1.09	2.40
Япония	0.99	2.18
Новая Зеландия	0.50	1.10
Страны Скандинавии	0.05	0.11
Швейцария	0.02	0,04
Великая Британия	1,20	2.65
США	1.28	2.82

¹⁹ Международное энергетическое агентство – <http://www.iea.org>

На Рисунке 5.21 приведен относительный состав мирового потребления энергии и выбросов парниковых газов по типам топлива.

Рисунок 5.21: Мировое потребление первичной энергии и выбросы парниковых газов (по топливу)²⁰ (соответствует ссылке 26 в оригинальном документе – прим. перев.)



Energy – энергия

GHGs – выбросы парниковых газов

Oil – нефть

Coal – уголь

Natural Gas – природный газ

Biomass – биомасса

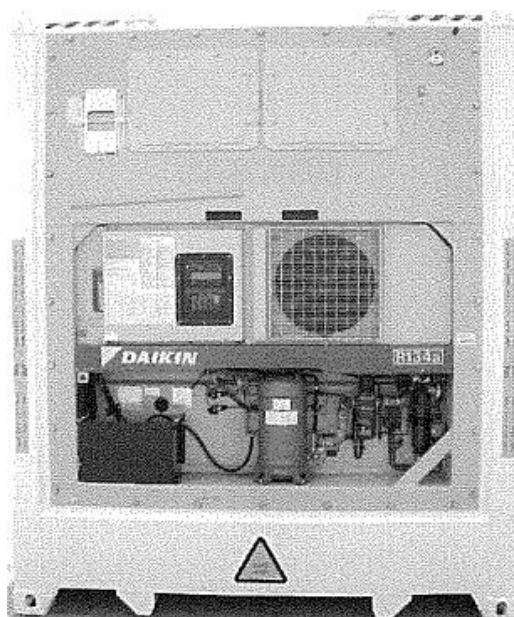
Other RE – прочие возобновляемые источники энергии

Hydro – гидроэнергия

Nuclear – атомная энергия

Fugitive Emissions – неконтролируемые выбросы парниковых газов

Рисунок 5.22: Рефрижераторный контейнер



²⁰ WPI, основывается на CAIT и IEA, 20104b, данные для 2002 года; <http://www.willyoujoinnus.com>

Хотя они не являются стационарным источником по самому строгому определению, холодильные контейнеры могут быть существенным фактором, влияющим на общий углеродный след порта. Хотя «рефрижераторы» имеют встроенную холодильную установку (рисунок 5.22), они также полагаются и на внешнее питание от точек электропитания на наземном объекте в порту, когда ожидают подъема на судно / наземный транспорт и перевозки. В дополнение к этому потреблению энергии, рефрижераторы используют химические хладагенты, которые, как известно, влияют на атмосферу (провоцируют истощение озонового слоя) и способствуют глобальному потеплению. Многочисленные газы перечислены в нормативных документах США, включая N₂O, CH₄, CO₂, HFC, PFC, NF₃ и простые эфиры. В Таблице 5.15 ниже показан потенциал влияния на глобальное потепление различных хладагентов по отношению к CO₂. Тип используемого хладагента обычно доступен на информационных табличках на самих устройствах (т.е. хладагент R134a на рисунке 5.22).

Таблица 5.15: Потенциал воздействия на глобальное потепление для различных хладагентов

Соединение	Эквивалент CO ₂
Оксид азота	310
Метан	21
Гидрофторуглероды	от 140 (HFC-152a) до 11,700 (HFC-23)
Перфторуглероды	от 6,500 (CF ₄) до 9,200 (C ₂ F ₆)
Трифторид азота	17,200
Диметиловый эфир	1

Инструментарий, предназначенный для обнаружения и количественной оценки величины утечек хладагента, является коммерчески доступным. В качестве альтернативного метода оценки утечки рекомендуемая частота заправки хладагента должна быть доступна у изготовителя контейнера. Затем годовую сумму сборов можно разделить на среднее время пребывания контейнеров в порту.

Пример 1:

В качестве примера оценки выбросов стационарных источников, связанных с портом, предположим, что аудит счетов за коммунальные услуги предполагает ежедневное потребление энергии в 1 мегаватт-час (МВт-ч).

$$\text{Общие выбросы} = \text{МВт-ч} \times \text{кг CO}_2\text{E} / \text{МВт-ч}$$

$$1 \text{ МВт-ч} \times 400 \text{ кг CO}_2\text{E} / \text{МВт-ч} = 400 \text{ кг CO}_2\text{E} / \text{день или } 0,4 \text{ тонны CO}_2\text{E} / \text{день}$$

Пример 2:

В качестве примера оценки выбросов парниковых газов из рефрижераторных контейнеров, при следующих данных: 1000 контейнеров в день, которые используют хладагент HFC-152a, каждый из которых теряет один фунт хладагента в день.

Расчет будет следующим:

$$\text{Общие выбросы} = 1000 \text{ контейнеров} / \text{день} \times 1 \text{ фунт HFC-152a} \times 140 \text{ фунтов CO}_2\text{E} / \text{фунт HFC-152a} \times 1 \text{ тонна} / 2,204,6 \text{ фунта} = 63,5 \text{ тонны CO}_2\text{E} / \text{день}$$