

Категория		Название
НО	1.A.3.d.i(i), 1.A.3.d.i(ii), 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.b	Международное морское судоходство, международное внутреннее (речное) судоходство, национальное судоходство (перевозка груза), национальное рыболовство, военное судоходство, и прогулочные суда
ИНЗВ	080402 080403 080404 080304	Национальное судоходство в рамках зоны ЕМЕП Национальное рыболовство Международные морские перевозки (международные бункеры) Суда для внутренней перевозки грузов
МСОК:		
Версия	Руководство 2016	

Основные авторы

Карло Троцци, Риккардо де Лауретис

Соавторы (включая лиц, внесших свой вклад в разработку предыдущих версий данной главы)

Кристин Рипдал, Энтони Вэбстер, Эрик Фриделл, Джиллиан Рейнольдс, Жан-Пьер Фонтель, Кевин Лавендер, Пильс Килд, Николас Хилл, Роэль Томас, Мортен Винтер

Содержание

1	Общие сведения	3
2	Описание источников	4
2.1	Описание процесса	4
2.2	Методики	7
2.3	Выбросы	8
2.4	Средства регулирования	9
3	Методы	12
3.1	Выбор метода.....	12
3.2	Подход по умолчанию Уровня 1	13
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях.....	17
3.4	Методология Уровня 3 по передвижениям судов	23
3.5	Структура видообразования.....	33
3.6	Деятельность военного судоходства	34
4	Качество данных.....	35
4.1	Полнота	35
4.2	Проверка.....	35
4.3	Разработка согласованного временного ряда и повторный расчет.....	36
4.4	Координатная привязка	37
4.5	Отчетность и документация	37
5	Список использованной литературы	38
6	Наведение справок	39
	Приложение А: Фракции ЧУ от выбросов ТЧ в результате судоходства	40

1 Общие сведения

Данная категория источников распространяется на весь водный транспорт – от прогулочных судов до крупных океанских грузовых судов, приводимых в движение, главным образом, высоко-, низко- и среднескоростными дизельными двигателями, и в некоторых случаях паровыми или газовыми турбинами. В эту категорию входят суда на воздушной подушке и на подводных крыльях. Водные перевозки являются причиной выбросов диоксида углерода (CO₂), метана (CH₄), закиси азота (N₂O), а также оксида углерода (CO), неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), двуокиси серы (SO₂), твердых частиц (PM) и оксидов азота (NO_x). Виды деятельности, рассматриваемые в настоящей главе, перечислены в Таблица 1-1 (IPCC, 2006).

Таблица 1-1 Структура категорий источников, относящихся к номенклатуре НО

Категория источников	Диапазон действия
1.A.3.d Судоходство	Выбросы от топлива, используемого для двигателей водных судов, включая суда на воздушной подушке и суда на подводных крыльях, но исключая рыболовные суда. Распределение на международные / национальные перевозки должно проводиться на основе порта отправления и порта прибытия, а не по флагу и национальной принадлежности судна.
1.A.3.d.i Международное судоходство (международные бункеры)	Выбросы от топлива, используемого судами под всеми флагами, которые участвуют в международных водных перевозках. Международные перевозки могут осуществляться в море, во внутренних озерах и каналах и в прибрежных водах. Включают выбросы от рейсов, которые отбывают из одной страны и прибывают в другую страну. Исключают расход рыболовных судов (см. 1.A.4.c.iii - Рыболовство). Выбросы от международных военных водных перевозок могут быть включены в качестве отдельной подкатегории международных водных перевозок при условии, что используется аналогичное разграничение определений, и доступны данные для подтверждения определения.
1.A.3.d.ii Национальное судоходство	Выбросы от топлива, используемого судами под всеми флагами, которые отбывают и прибывают в одной стране (за исключением рыболовства, по которому должен быть предоставлен отчет согласно 1.A.4.c.iii, и военных кораблей, по которым должен быть предоставлен отчет согласно 1.A.5.b). Включает небольшие прогулочные суда. Необходимо принять к сведению, что сюда могут быть включены рейсы значительной протяженностью между двумя портами в одной стране (например, от Сан-Франциско до Гонолулу).
1.A.4.c.iii Рыболовство (мобильные источники сжигания)	Выбросы от топлива, сжигаемого для внутреннего, прибрежного рыболовства и рыболовного промысла в глубоких водах. Рыболовство должно включать все суда под всеми флагами, которые были дозаявлены в этой стране (включая международное рыболовство).
1.A.5.b Передвижной транспорт (компонент водных перевозок)	Все остальные выбросы от водных подвижных источников сгорания топлива, которые больше нигде не указаны. Включает выбросы военных морских перевозок от топлива, поставляемого для военных кораблей страны, иначе не включенного отдельно в 1.A.3.d.i, а также топлива, поставляемого в пределах страны, но используемого военными кораблями сторонних стран, которые не участвуют в многосторонних операциях.
Многосторонние операции (компонент водных перевозок)	Выбросы от топлива, используемого для морских перевозок в многосторонних операциях по Уставу Организации Объединенных Наций. Включают выбросы от топлива, поставляемого на военные нужды этой страны и поставляемого на военные нужды других стран.

Важность данного сектора варьируется от незначительного уровня для в странах, на имеющих выхода к морю и крупных внутренних водных путей, до весьма существенного уровня вклада

некоторых загрязняющих веществ во многих стран. Для последней группы вклад выбросов от судоходства (в результате сжигания топлива для обеспечения движение или вспомогательной энергии на борту судов) имеет значительный объем по SO₂, NO_x, CO₂ и CO и меньший, но все еще существенный объем по НМЛОС и некоторым металлам.

2 Описание источников

2.1 Описание процесса

Выбросы отработавших газов от морских перевозок возникают вследствие следующего:

- двигатели, используемые в качестве главных силовых установок;
- вспомогательные двигатели, используемые для обеспечения энергии и обслуживания на судах.

В подразделе 2.2 рассматриваются различные типы используемых двигателей.

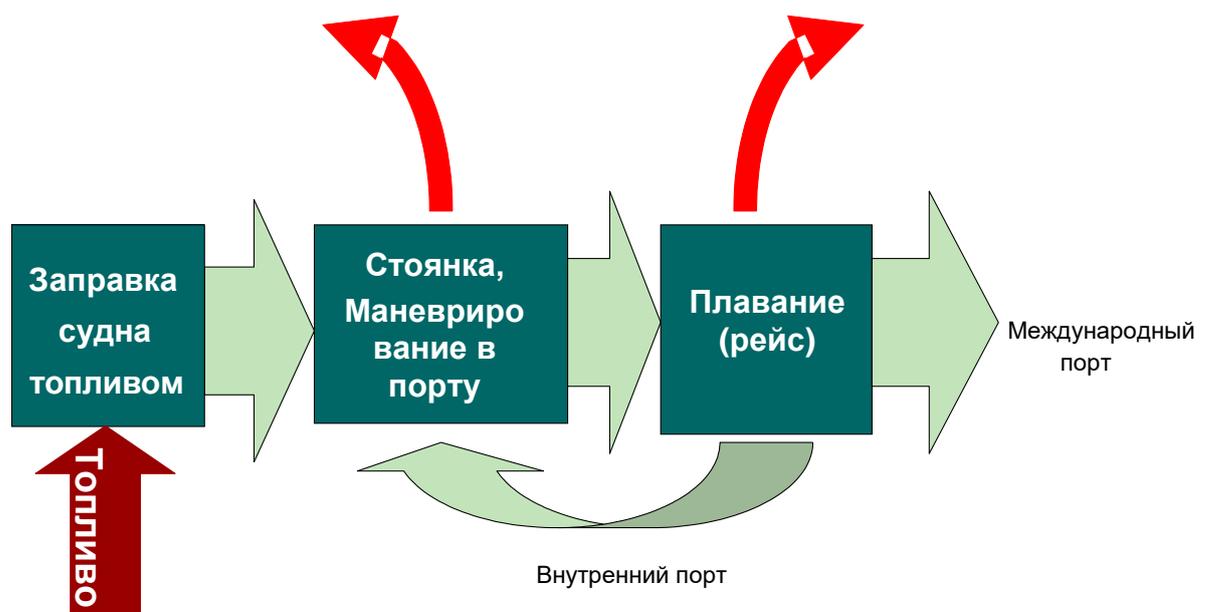


Рисунок 2-1 Доля выбросов от судоходства среди суммарных выбросов в результате сжигания от передвижных источников

Суда стоят на причале и пришвартованы (находятся на стоянке) при разгрузке и погрузке, или во время ожидания следующего рейса. Затем отшвартовываются и маневрируют в сторону от точки швартовки перед выходом из порта. После выхода из порта отправления судно совершает рейс в пункт назначения, которое может являться портом в той же стране (внутренний рейс, деятельность согласно коду НО 1.A.3.d.ii) или в другой стране (международные рейс, деятельность согласно коду НО 1.A.3.d.i). Данная упрощенная модель может быть усложнена прочими моделями остановки. Рекомендуемые критерии для разграничения национальных и международных водных перевозок указаны в **Error! Reference source not found.** в целом это зависит только от пункта направления и пункта назначения судна для каждого отрезка пути.

Таблица 1 Критерии определения международных или национальных водных перевозок (применяется к каждому отрезку пути с остановками более чем в двух портах)*

Тип перевозки между двумя портами	Национальные	Международные
Отправляется и прибывает в одной и той же стране	Да	Нет
Отправляется из одной страны и прибывает в другую страну	Нет	Да

Большая часть данных по судоходству собрана на основе отдельных отрезков пути (от одного отправления до следующего прибытия) и не проводит разграничения между различными типами промежуточных остановок (в соответствии с Руководящими указаниями ИРСС по добросовестной практике). Основывать разграничения по данным отдельного отрезка проще, чем изучение всего пути, и это, по-видимому, минимизирует неопределенности. Считается весьма маловероятным, что это будет оказывать какое-либо воздействие на оценку общих выбросов. Это не изменит метод отчета о выбросах от международных рейсов согласно Конвенции ТЗВБР ЕЭК ООН (т.е. в качестве дополнительной «информативной» позиции, не включенной в национальные суммарные показатели).

Важно отметить, что данная таблица относится ко всем транспортным средствам водного сообщения, независимо от того, используются ли они в морях, реках или озерах. Для соответствия критериям, указанным в Таблице 2-1, необходимо обеспечить комплексный подход «снизу-вверх» в отношении величины расхода топлива и расчетов выбросов по отдельным сегментам (Уровень 3). Для получения более точных расчетов по судоходству сторонам рекомендуется выполнить подобные расчеты «снизу-вверх». Однако следует обеспечить соответствие отчетным критериям в отношении стороны в целом, и, следовательно, если получена оценка расхода топлива Уровня 3, стороны должны впоследствии выполнить регулировки подачи топлива в других соответствующих секторах потребления топлива, чтобы сохранить итоговый национальный энергетический баланс (см. напр., Winther 2008a, Winther 2008b).

Тем не менее, для углубленного подхода Уровня 3 требуются статистические данные, которые могут быть недоступны для стороны, предоставляющей отчетность. Следовательно, подход может быть основан на продажах топлива, о которых сообщается в национальной статистике согласно статистическим категориям: рыбный промысел, национальные морские перевозки и международные морские перевозки:

Национальное рыболовство (рыбный промысел): выбросы от всех национальных рыболовств согласно объему топлива, проданного в этой стране. По определению, все топливо, проданное для промыслового рыболовства для стороны, предоставляющей отчетность, считается национальным. Не существует никакой категории международного флотского топлива для промыслового рыболовства, независимо от места осуществления рыболовства.

Международные морские перевозки: выбросы от флотского топлива, проданного для международных морских перевозок в стране стороны, предоставляющей отчет. О выбросах сообщается РКИК ООН и ЕЭК ООН только в информационных целях.

Международные перевозки по внутренним водным путям: выбросы от флотского топлива, проданного для международных перевозок по внутренним водным путям в стране стороны, предоставляющей отчетность. О выбросах сообщается ЕЭК ООН в пределах национальных суммарных показателей и РКИК ООН только в информационных целях.

Дополнительные методологические принципы

В целом разграничения между выбросами от национальных и международных морских перевозок на основе критериев в **Error! Reference source not found.** должны быть очевидными. Однако может быть необходимым предоставить некоторые дополнительные руководящие указания:

Протяженные территории

Если какая-либо часть территории страны значительно удалена (напр., в случае с Францией), и нет никаких промежуточных остановок в других странах, рейс всегда является внутренним. Для РКИК ООН распределение постоянно носит национальный характер и включено в национальные суммарные показатели. Ранее для ЕЭК ООН принималась во внимание только часть выбросов в пределах территории, на которой осуществляется Программа по мониторингу и оценке выбросов (ЕМЕП), таким образом, если расположение заграничной территории находилось за пределами территории ЕМЕП, требовалось особое правило распределения. С момента выпуска Методических указаний ЕМЕП 2002г. не было никаких ссылок на территорию ЕМЕП в отношении того, что учитывалось, для согласования с РКИК ООН, чтобы в обоих случаях может быть использована аналогичная оценка топлива. Исключение представлено для стороны, которые имеют в своих протоколах сноски, исключая определенные территории, в которых представлена иная ситуация.

Недостаток статистических данных

Если необходимые статистические данные отсутствуют, сторона, предоставляющая отчет, должна четко описать в своем Национальном отчете об инвентаризации принятый подход. Далее представлен один возможный вариант:

Для ЕЭК ООН, а также РКИК ООН, разграничение между национальной и международной составляющей может быть определено по продажам топлива. Однако стране предложено выполнить проверку определения флотского топлива, используемого для распределения топлива в национальной статистике (проверить, чтобы оно соответствовало используемому в отношении выбросов, так как оно никогда не будет являться аналогичным). Если судоходство является основным источником, страна также должна проверить данные по продажам посредством выполнения методологии передвижения судов; тем не менее, это может быть слишком большим объемом работы, чтобы выполнять его на ежегодной основе.

Примечание: Таким образом, для РКИК ООН все флотское топливо и соответствующие выбросы парниковых газов часто рассматриваются как «международные» (морские суда, а также суда внутреннего плавания).

Национальная сетка и «выбросы от международных морских перевозок»

Разграничение между «внутренним/международным» имеет отношение к оценке (будущего) соответствия страны требованиям протокола. Во время составления отчетности сторонам предлагается сообщить о своих выбросах от национальных морских перевозок согласно сетке координатной привязки. Если данные по выбросам используются в целях моделирования по ЕМЕП, необходимо также принять во внимание выбросы от «международных» водных перевозок. Данные по международным выбросам сообщаются только как об информативных позициях, и, тем самым, не должны быть привязаны к координатной сетке государствами-членами. Таким образом, ЕМЕП не требует данных по международным морским выбросам по сетке координатной привязки. Для ЕМЕП размещение выбросов от морских перевозок выполняется отдельно, включая международное и транзитное сообщение (подготовлено Регистром

судоходства Ллойд). Однако Ллойд не включает воды Средиземного моря, Балтийского моря и внутренние воды, следовательно, для привязки к координатной сетке выбросов из данных участков потребуются центрально организованный специальный анализ ЕМЕП.

Портовые выбросы

ЕЭК ООН и ЕМЕП не требуют разграничений между выбросами в портах и выбросами во время совершения рейса. Однако подобная информация может быть уместна для прочих применений, например, местных инвентаризаций и для моделирования качества воздуха. Чтобы определить местоположение выбросов от морских судов, можно использовать подход Уровня 3, в котором выделяется несколько этапов водных перевозок (представлено в подразделе 3.4).

2.2 Методики

Морские судовые дизельные двигатели – преимущественная форма силовой установки в судостроении и судоходстве для производства тяговой мощности и мощности собственных нужд. В 2010 г. анализ примерно 100 000 судов показал, что примерно 99 % мирового флота использует дизельные двигатели, и менее 1% снабжается паровыми турбинами. Другой единственный выделенный тип двигателя - газотурбинные двигатели, используемые практически только на пассажирских судах, и применяемые только примерно на 0,1 % судов (Trozzi, 2010). Дизельные двигатели могут быть разделены на низкоскоростные (примерно 18% двигателей), среднескоростные (примерно 55%) или высокоскоростные (примерно 27%) в зависимости от их номинальной скорости.

Выбросы зависят от типа двигателя, и, следовательно, будет представлено краткое описание.

Низкоскоростные дизельные двигатели: имеют максимальную рабочую скорость до 300 об/мин, хотя большая часть работает при скоростях 80–140 об/мин. Они обычно работают в двухтактном цикле и являются крейцкопфными двигателями с 4–12 цилиндрами. Некоторые современные модели способны вырабатывать свыше 4 000 кВт/цилиндр и со средним эффективным давлением порядка 1,7 МПа. В судоходстве такие двигатели используются исключительно в качестве главной силовой установки и составляют большую часть установленной мощности, и, следовательно, расхода топлива в данной промышленности.

Среднескоростные дизельные двигатели: данный термин используется для описания морских дизельных двигателей с максимальной рабочей скоростью в диапазоне 300–900 об/мин. Обычно они работают в четырехтактном цикле, являются двигателями с открытым поршнем до 12 цилиндров в ряд, или 20 цилиндров в форме 'V'. Современные модели обеспечивают выработку мощности в диапазоне 100–2000 кВт/цилиндр и со средним эффективным давлением в диапазоне 1,0–2,5 МПа. Двигатели данного типа могут применяться в качестве главной силовой установки и собственных нужд в судоходстве. В качестве главной силовой установки такие двигатели могут применяться в многодвигательных установках и обычно соединяются с винтом посредством коробки передач. Кроме того, двигатели данного типа будут использоваться в дизель-электрических установках.

Высокоскоростные дизельные двигатели: данное название используется для описания морских дизельных двигателей с максимальной рабочей скоростью более 900 об/мин. В основном они являются среднескоростными дизельными двигателями меньших размеров или двигателями грузовых машин больших размеров; они используются на небольших судах и часто являются источником энергии собственных нужд на судах.

Паровые турбины: в то время как они заменили поршневые паровые двигатели в начале двадцатого века, сами они были заменены более эффективными дизельными двигателями,

которые являются более дешевыми в использовании. Примечательно, что суда на паровых турбинах преимущественно заправляются тяжелым топливом, а не легкоиспаряющимся топливом.

Газотурбинные двигатели: тогда как данный тип двигателя более широко используется на военных кораблях, на настоящий момент они устанавливаются только на небольшую часть судов торгового флота, зачастую вместе с дизельными двигателями.

Кроме распределения на пять типов двигателей судовые двигатели могут далее подразделяться согласно основному топливу: флотский мазут (BFO), судовое дизельное топливо (MDO) или судовой газойл (MGO). В соответствии с представленным далее некоторые выбросы (например, выбросы SO_x и тяжелых металлов) в основном зависят от топлива и при этом не зависят от типа двигателя. Следовательно, данные по используемому топливу в значительной степени влияют на выбросы наряду с типом двигателя, который использует данное топливо.

2.3 Выбросы

Выбросы, возникающие от морских перевозок, являются следствием сжигания топлива в (судовом) двигателе внутреннего сгорания. Соответственно, основными загрязняющими веществами являются вещества, образуемые двигателями внутреннего сгорания. Это CO, ЛОС, NO_x и ТЧ (включая CH_4), образуемые из сажи, которые в основном связаны с технологией двигателя, и CO_2 , SO_x , тяжелыми металлами и добавочные ТЧ (преимущественно, полученные из сульфатов), образования которых зависит от состава топлива.

На общеевропейском уровне выбросы SO_2 и NO_x от национальных водных перевозок могут иметь большее значение в отношении суммарных национальных выбросов (**Error! Reference source not found.**).

Таблица 2 Доля выбросов от национального водного транспорта среди суммарных выбросов

Загрязнитель	Доля среди суммарных выбросов [%]
SO_2	0-80
NO_x	0-30
НМЛОС	0-5
CO	0-18
NH_3	-
ОКВЧ*	0-3
$ТЧ_{10}$ *	0-4
$ТЧ_{2.5}$ *	0-5

Примечания:

* = величины из ЕМЕП (<http://webdab.emep.int/>), которые соответствуют официальным данным по выбросам на 2004 г., предоставление от стран в 2006 г.

0 = сообщено о выбросах, но точное значение ниже пределов округления (0,1 процента)

- = сообщений о выбросах нет

¹ Для целей данного руководства, коэффициенты выбросов CH_4 принимаются равными коэффициентам выбросов элементарного углерода (ЭУ). Более полную информацию можно найти в Главе 1.A.1 Энергетические отрасли промышленности и Приложении А данной главы.

2.4 Средства регулирования

Выбросы загрязняющих веществ могут контролироваться двумя механизмами: контроль технологии сжигания в сочетании с обработкой выхлопных газов и контроль качества топлива. Используются оба средства.

22 июля 2005 г. Комитет по защите морской среды Международной морской организации (ИМО) принял методические указания по очистке выхлопных газов, регистрации содержания CO₂ и небольшие поправки к Marpol (сокращение от «загрязнения морской среды», Международное соглашение по предотвращению загрязнений от судов) Приложение VI. Основным законодательный акт Marpol Приложение VI контролирует:

- Пределы NO_x [Положение 13];
- Озоноразрушающие вещества [Положение 12];
- Окислы серы, из-за содержание серы в топливе [Положение 14];
- Окислы серы, дополнительно по определению Территории контроля выбросов диоксида серы (SECA), [Положение 14];
- летучие органические соединения от танкеров [Положение 15].

Измерения в Marpol Приложение VI описывают результаты; они не указывают, каким образом они должны быть достигнуты. Технология по контролю выбросов включает:

- усовершенствованную конструкцию двигателя, систему впрыска топлива, электронную синхронизацию и т.д. для достижения оптимальной эффективности (оптимизация выбросов CO₂) посредством снижения выбросом ТЧ и ЛОС;
- рециркуляцию выхлопных газов (EGR), при которой часть выхлопных газов направляется обратно в пусковой воздух двигателя, тем самым, физические свойства пускового воздуха изменяются. Для судовых дизелей может быть выявлено сокращение стандартного выброса NO_x на 10–30 %. Данный метод до сих пор не используется для стандартного обслуживания судов;
- селективное каталитическое восстановление (SCR), при котором восстанавливающий агент вводится в выхлопной газ через катализатор. Таким образом, NO_x снижено до N₂ и H₂O. Однако данная технология включает некоторые ограничения по эффективности конструкции судна и эксплуатации. Может быть достигнуто снижение NO_x на 85–95 % при использовании данной технологии. Технология используется на нескольких судах и все еще находится в разработке;
- селективное некаталитическое восстановление (SNCR), при котором выхлопной газ обрабатывается, как и в случае методики обработки выхлопных газов SCR, за исключением пропуска катализатора. Для процесса используется восстанавливающий агент, подаваемый к выхлопному газу на заданной скорости и температуре вверх по потоку камеры восстановления. Установка более удобная, чем SCR, но для соответствующей эффективности требуется весьма высокая температура. Ожидается снижение на 75–95 %. Однако на судах все еще не используется данных установок;
- очистка морской воды. Очистка морской воды включает отвод SO₂ посредством очистки морской воды (Copshaw, 1994). Данная методика не получила широкого распространения ввиду высоких затрат, а также ввиду того, что она обеспечивает вывод серы непосредственно в океан, что не соответствует рекомендуемым нормам.

Кроме того, существуют директивы ЕС, которые относятся к содержанию серы в судовом газойле (Директива ЕС 93/12 и Директива ЕС 1999/32) и содержанию серы в используемом тяжелом топливе в SECA (Директива ЕС 2005/33).

Комитет по защите морской среды (MEPC) IMO утвердил поправки к Marpol Приложение VI в октябре 2008г., чтобы подкрепить стандарты выбросов по NO_x и содержаниям серы в тяжелом дизельном топливе, используемом двигателями судов.

Настоящий законодательный акт Marpol 73/78 Приложение VI по выбросам NO_x, сформулированный Международной морской организацией, применим для дизельных двигателей с мощностью выше 130 кВт, которые установлены на судах, построенных на 1 января 2000 г. или позже, и дизельных двигателей с мощностью выше 130 кВт, которые подверглись значительной модернизации на 1 января 2000 г. или позже.

Marpol Приложение VI, с внесенными IMO поправками в октябре 2008 г. учитывает трехуровневый подход следующим образом:

- Уровень I: дизельные двигатели (> 130 кВт), установленные на судах, построенных на 1 января 2000 г. или позже и до 1 января 2011 г.;
- Уровень II: дизельные двигатели (> 130 кВт), установленные на судах, построенных на 1 января 2011 г. или позже;
- Уровень III ⁽²⁾: дизельные двигатели (> 130 кВт), установленные на судах, построенных на 1 января 2016 г. или позже.

Значения законодательных актов по NO_x Уровня I–III основаны на номинальной частоте вращения двигателя (n), указанной в об/мин (оборотов в минуту). Уравнения по предельным значениям выбросов представлены в **Error! Reference source not found.**

Таблица 3 Предельные значения выбросов NO_x Уровня I–III для двигателей судов (поправки к Marpol Приложение VI)

Стандарт	Предел NO _x	Номинальное число оборотов (оборотов в минуту)
Уровень I	17 г/кВт.ч	n < 130
	$45 \times n^{-0.2}$ г/кВт.ч	$130 \leq n < 2000$
	9,8 г/кВт.ч	n ≥ 2000
Уровень II	14,4 г/кВт.ч	n < 130
	$44 \times n^{-0.23}$ г/кВт.ч	$130 \leq n < 2000$
	7,7 г/кВт.ч	n ≥ 2000
Уровень III	3,4 г/кВт.ч	n < 130
	$9 \times n^{-0.2}$ г/кВт.ч	$130 \leq n < 2000$
	2 г/кВт.ч	n ≥ 2000

Пределы Уровня I должны быть использованы для имеющихся двигателей с мощностью выше 5 000 кВт и рабочим объемом цилиндра 90 литров или выше, установленные на судах, построенных на 1 января 1990 г. или позже., но до 1 января 2000 г., при условии, что Утвержденный метод для двигателя принят Администрацией стороны, а уведомление о таком утверждении предоставлено Организации, одобренной Администрацией.

В отношении содержания серы в тяжелом топливе и судовом газойле, используемом двигателями судна, в **Error! Reference source not found.** представлены действующие законодательные акты.

⁽²⁾ Для судов, работающих на обозначенной Территории контроля выбросов. За пределами обозначенной Территории контроля выбросов используются пределы Уровня II.

Таблица 4 Действующее законодательство по качеству судового топлива

Нормативный документ	Регион	Тяжелое дизельное топливо		Газойл	
		S-%	Дата внедрения	S-%	Дата внедрения
Директива ЕС 93/12		Нет		0,2 ¹	1.10.1994
Директива ЕС 1999/32		Нет		0,2	1.1.2000
Директива 2005/33 ЕС	SECA ³ — Балтийское море	1,5	11.08.2006	0,1	1.1.2008
	SECA — Северное море	1,5	11.08.2007	0,1	1.1.2008
	За пределами SECA	Нет		0,1	1.1.2008
Marpol Приложение VI	SECA — Балтийское море	1,5	19.05.2006		
	SECA — Северное море	1,5	21.11.2007		
	За пределами SECA	4,5	19.05.2006		
Marpol Приложение VI поправки	SECA	1	01.03.2010		
	SECA	0,1	01.01.2015		
	За пределами SECA	3,5	01.01.2012		
		0,5	01.01.2020 ²		

Примечания:

1. Пределы содержания серы в топливе, проданном на территории ЕС.
2. Необходимо выполнить обзор выполнимости не позднее 2018г., чтобы определить наличие топлива соответствующего стандарту на топливо, указанному в Дополнении. Если заключение такого обзора будет отрицательным, датой вступления в силу становится по умолчанию 1 января 2025 г.

Для прогулочных судов Директива 2003/44 включает законодательные акты по пределам выбросов для дизельных двигателей и для двух- и четырехтактных бензиновых двигателей соответственно. Пределы по выбросам СО и ЛОС зависят от размера двигателя (кВт) и введенных параметров, представленных в расчетах в **Error! Reference source not found.** Для NO_x постоянное предельное значение указано для каждого из трех типов двигателей. Для ОКВЧ постоянный предел выбросов относится только к дизельным двигателям.

Таблица 5 Обзор Директивы ЕС по выбросам 2003/44 для прогулочных судов

Тип двигателя	Дата внедрения	СО=A+B/P ⁿ			ЛОС=A+B/P ⁿ			NO _x	ОКВЧ
		A	B	n	A	B	n		
2-х тактные бензиновые	1/1 2007	150.0	600.0	1.0	30.0	100.0	0.75	10.0	-
4-х тактные бензиновые	1/1 2006	150.0	600.0	1.0	6.0	50.0	0.75	15.0	-
Дизельные	1/1 2006	5.0	0.0	0	1.5	2.0	0.5	9.8	1.0

³ SECA - зона контроля за содержанием серы в выбросах

3 Методы

3.1 Выбор метода

На Рисунке 3-1 показана процедура выбора методов оценки выбросов от водных перевозок. Оценки выбросов требуют разделения по коду НО для отчетности.

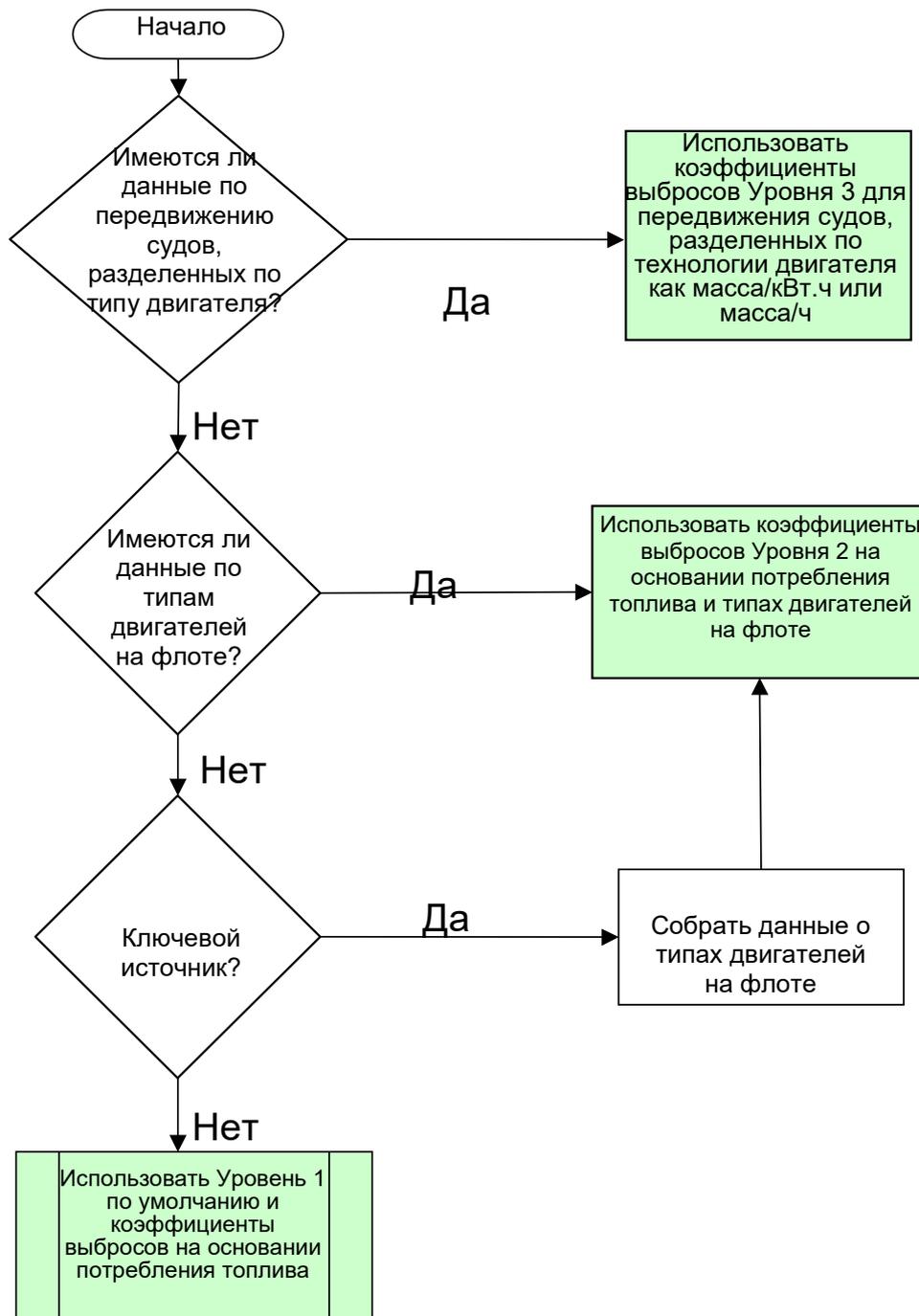


Рисунок 3-1 Дерево решений по выбросам от судоходства

Дерево решений применимо для всех сторон. Основные подходы:

- если имеется подробная информация, то необходимо использовать её в полной мере;
- если данная категория источника является ключевым источником, то подход Уровня 2 или Уровня 3 должен быть использован для оценки выбросов.

Во всех случаях выбросы следует разделить на выбросы от национальных перевозок, международных перевозок, рыболовства и военных кораблей, которые обычно определяются имеющимися статистическими данными.

3.2 Подход по умолчанию Уровня 1

3.2.1 Алгоритм

Подход Уровня 1 для судоходства использует общее уравнение, применяемое для различных кодов НО:

$$E_i = \sum_m (FC_m \times EF_{i,m})$$

где:

E_i = выброс загрязняющего вещества i в килограммах;

FC_m = масса топлива типа m , проданного в стране для судоходства (в тоннах);

$EF_{i,m}$ = коэффициент выбросов загрязняющего вещества i в зависимости от расхода топлива и тип топлива m [в кг/тоннах];

m = тип топлива (флотский мазут, судовое дизельное топливо, судовой газойл, бензин).

Результат $FC_m \times EF$ суммируется по четырем типам топлива, используемым для определения общих выбросов от судоходства. Данный метод включает взаимосвязь между составом топлива и некоторыми выбросами (в особенности, SO_2 и тяжелых металлов).

Коэффициенты выбросов Уровня 1 ($EF_{i,m}$) предполагают использование средней технологии для всего флота.

3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Для подхода Уровня 1 используются коэффициенты выбросов для каждого загрязняющего вещества по каждому применяемому типу топлива. Некоторые коэффициенты (напр., SO_2) зависят от качества топлива, которое может изменяться от партии к партии и из года в год, и, следовательно, данные коэффициенты выбросов включают коэффициент «Содержания серы в топливе». В Таблицах 3-1, 3-2 и 3-3 указаны коэффициенты выбросов для судов с использованием флотского мазута, судового дизельного топлива/судового газойля (MDO/MGO) и бензина.

3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Подход Уровня 1 основан на предположении, что объемы топлива, проданного для осуществления судоходства, могут быть разделены по типу топлива из данных, собранных по стране. Данные по топливу необходимо разбить по коду НО: национальные водные перевозки (обычно статистика по судоходству), международные перевозки (флотский мазут), рыболовство (обычно доступно в качестве отдельной статистики) и военные корабли.

Таблица 6 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для судов, использующих флотский мазут

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
	1.A.3.d.i	Международное судоходство			
	1.A.3.d.ii	Национальное судоходство			
	1.A.4.c.iii	Сельское хозяйство/ лесоводство/ рыболовство: национальное рыболовство			
	1.A.5.b	Другое, мобильные (включая военные, наземного базирования и прогулочные суда)			
Топливо	Флотский мазут				
Не применяется					
Не оценено	NH ₃ , ЧУ, бензо(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, индено(1,2,3-сд)пирен				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	79.3	кг/т топлива	0	0	Entec (2007), См. Также примечание (2)
CO	7.4	кг/т топлива	0	0	Регистр судоходства Ллойда (1995)
НМЛОС	2.7	кг/т топлива	0	0	Entec (2007) , См. Также примечание (2)
SO _x	20	кг/т топлива	0	0	
ОКВЧ	6.2	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
ТЧ ₁₀	6.2	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
ТЧ2.5	5.6	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
Pb	0.18	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cd	0.02	г/т топлива	0	0	среднее значение
Hg	0.02	г/т топлива	0	0	среднее значение
As	0.68	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cr	0.72	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cu	1.25	г/т топлива	0	0	среднее значение
Ni	32	г/т топлива	0	0	среднее значение
Se	0.21	г/т топлива	0	0	среднее значение
Zn	1.2	г/т топлива	0	0	среднее значение
ПХБ	0.57	мг/т топлива	0	0	Cooper (2005)
ПХДД/Ф	0.47	мкг I-TEQ/т топлива	0	0	Cooper (2005)
ГХБ	0.14	мг/т топлива	0	0	Cooper (2005)

Примечания:

- 1.S = процентное содержание серы в топливе; до 2006г.: 2,7 % по массе [источник: Регистр судоходства Ллойда, 1995г.]. Для Европейского союза в соответствии с указанным в Директиве 2005/33/ЕС:
 - a. 1,5 % по массе с 11 августа 2006г. для Балтийского моря и с 11 августа 2007 г. для Северного моря по всем судам;
 - b. 1,5 % по массе с 11 августа 2006г. в территориальных водах ЕС, исключительных экономических зонах и зонах контроля загрязнения пассажирскими судами регулярного сообщения до или из любого порта Сообщества, по меньшей мере, в отношении судов под своим флагом и судов под всеми флагами при нахождении в своих портах;
 - c. 0,1 % по массе с 1 января 2010 г. для речных судов и судов, стоящих на приколе в портах Сообщества.
2. Коэффициенты выбросов для NO_x и НМЛОС – значения 2000г. во время рейса для среднескоростных двигателей (см. Уровень 2).
3. Ссылка: «среднее значение» - между Регистром судоходства Ллойда (1995) и Cooper и Gustafsson (2004).
4. Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,12. *Источник: более подробную информацию см. в Приложении А.*

Таблица 7 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для судов, использующих судовое
дизельное топливо/судовой газойл

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1.A.3.d.i	Международное судоходство			
Не применяется		Судовое дизельное топливо/судовой газойл (MDO/MGO)			
Не оценено		Альдрин, хлордан, хлордекон, дизлдрин, эндрин, гептахлор, гептабром-бифенил, мирекс, NH ₃ , бензо(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, индено(1,2,3-сд)пирен, Всего 4 ПАУ			
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	78.5	кг/т топлива	0	0	Entec (2007), См. Также примечание (2)
CO	7.4	кг/т топлива	0	0	Регистр судоходства Ллойда (1995)
НМЛОС	2.8	кг/т топлива	0	0	Entec (2007), См. Также примечание (2)
SO _x	20	кг/т топлива	0	0	Регистр судоходства Ллойда (1995)
ОКВЧ	1.5	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
ТЧ ₁₀	1.5	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
ТЧ _{2.5}	1.4	кг/т топлива	0	0	Entec (2007)
Pb	0.13	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cd	0.01	г/т топлива	0	0	среднее значение
Hg	0.03	г/т топлива	0	0	среднее значение
As	0.04	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cr	0.05	г/т топлива	0	0	среднее значение
Cu	0.88	г/т топлива	0	0	среднее значение
Ni	1	г/т топлива	0	0	среднее значение
Se	0.1	г/т топлива	0	0	среднее значение
Zn	1.2	г/т топлива	0	0	среднее значение
ПХБ	0.038	мг/т топлива	0	0	Cooper (2005)
ПХДД/Ф	0.13	мкг I-TEQ/т	0	0	Cooper (2005)
ГХБ	0.08	мг/т топлива	0	0	Cooper (2005)

Примечания:

1. S = процентное содержание серы в топливе; топливо до 2000г.: 0,5 % по массе [источник: Регистр судоходства Ллойда, 1995г.]. Для Европейского союза в соответствии с Директивой 2005/33/ЕС:
 - a. 0,2 % по массе с 1 июля 2000г. и 0,1 % по массе с 1 января 2008 г. для судового дизельного топлива/судового газойля, используемого морскими судами (за исключением случаев использования судами, пересекающими границу между страной третьей стороны и государством-членом);
 - b. 0,1% по массе с 1 января 2010 г. для речных судов и судов, стоящих на приколе в портах Сообщества.
2. Коэффициент выбросов для NO_x и НМЛОС - значения 2000г. во время рейса для среднескоростных двигателей (см. Уровень 2).
3. Ссылка: «среднее значение» - между Регистром судоходства Ллойда (1995) и Cooper и Gustafsson (2004г.)
4. Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,31. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

Таблица 8 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для судов, использующих бензин

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Категория источника НО	Код	Название			
Топливо	1-A.3-d.ii	Национальное судоходство			
Не применяется		Бензин			
Не применяется		Альдрин, хлордан, хлордекон, диэлдрин, эндрин, гептахлор, гептабром-бифенил, мирекс, токсафен, ГХГ, ДДТ, ПХБ, ГХБ, пентахлорофенил. хлорированный парафин с короткой цепью			
Не оценено		ННЗ, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, бензо(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, Всего 4 ПАУ			
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	9.4	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
CO	573.9	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
НМЛОС	181.5	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
SOx	20	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
OKBЧ	9.5	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
ТЧ ₁₀	9.5	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)
ТЧ _{2.5}	9.5	кг/т топлива	0	0	Winther & Nielsen (2006)

Примечания: Таблица включает средние показатели между 2-тактными и 4-тактными двигателями, предполагая 75% для 2-тактных и 25% для 4-тактных. Если доступна более подробная информация нужно использовать подход Уровня 2. Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,05.
Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

3.3 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях

3.3.1 Алгоритм

Для подхода Уровня 2 аналогично Уровню 1 используется расход топлива по типу топлива, но требуются данные конкретной страны о долях использованного топлива по типу топлива и типу двигателя (низко, средне или высокоскоростные двигатели).

Для данного подхода используется следующий алгоритм:

$$E_i = \sum_m \left(\sum_j FC_{m,j} \times EF_{i,m,j} \right)$$

где:

E = ежегодные выбросы (в тоннах),

$FC_{m,j}$ = масса типа топлива m , используемого судами с типом двигателя j (в тоннах),

$EF_{i,m,j}$ = средний коэффициент выбросов для загрязняющего вещества i судов с типом двигателя j , использующим топливо m ,

i = загрязняющее вещество,

j = тип двигателя (низко-, средне-, и высокоскоростной дизельный, газотурбинный двигатель и паровая турбина для крупных судов и дизелей, бензин 2S и бензин 4S для небольших судов),

m = тип топлива (флотский мазут, судовое дизельное топливо/судовой газойл (MDO/MGO), бензин).

3.3.2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для конкретного двигателя и типа топлива

Для всех загрязняющих веществ кроме NO_x , НМЛОС и ТЧ (ОКВЧ, ТЧ₁₀ и ТЧ_{2,5}) коэффициенты выбросов Уровня 2 для конкретного типа топлива аналогичны коэффициентам выбросов Уровня 1 для каждого из различных типов топлива (**Error! Reference source not found.** -

). Коэффициенты выбросов Уровня 2 для NO_x, НМЛОС и ТЧ с определенной величиной расхода топлива (Г_{топливо}/кВт.ч) представлены в Таблице 3-4.

В таблице различные коэффициенты выбросов NO_x представлены для 2000, 2005 и 2010 гг. Коэффициенты выбросов для 2000 г. (Entec, 2002) являются типичными для флота перед применением Технических норм и правил NO_x IMO (см. раздел 2.4), тогда как значения 2005 и 2010 гг. (согласно Entec, 2007) получены из коэффициентов выбросов NO_x 2000 г. со снижением на 3,4% и 6,8% с учетом новых двигателей, введенных к 2005 и 2010 гг.

Данные снижения обеспечиваются с момента исследования Европейской комиссии в 2005 г. (Entec, 2005г.), которая предположила, что новый двигатель, соответствующий требованиям Технических норм и правил NO_x, имеет приблизительно на 17% меньше выбросов NO_x, чем двигателя до 2000 г. Для получения коэффициентов выбросов для флота 2005 и 2010 гг., так как нет возможности определить число годовых замен двигателя в пределах флота, количество новых двигателей с низким содержанием NO_x на флоте предполагается только равным количеству новых судов. Между 2000 г. и 2005 г. средняя годовая норма замены для судов оценивается (на основе данных для 2000 и 2005 гг. в Entec, 2007) как 4%, основываясь на том, что общий размер флота остается неизменным (предположительный примерный срок службы для судового двигателя составляет 25 лет, что приравнено к годовой норме замены 4%)⁴.

Таблица 9 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для NO_x, НМЛОС, ТЧ и удельный расход топлива по различным сочетаниям типов двигателей/топлива

Коэффициенты выбросов Уровня 2 по умолчанию							
Тип двигателя	Тип топлива	NO _x 2000	NO _x 2005	NO _x 2010	ОКВЧ - ТЧ ₁₀	ТЧ _{2,5}	Удельный расход топлива (г топлива/кВт.ч)
		(кг/тонна)	(кг/тонна)	(кг/тонна)	(кг/тонна)	(кг/тонна)	
Газотурбинный двигатель	BFO	20.0	19.3	18.6	0.3	0.3	305
	MDO/MGO	19.7	19.0	18.3	0.0	0.0	290
Высокоскоростной дизель	BFO	59.6	57.7	55.6	3.8	3.4	213
	MDO/MGO	59.1	57.1	55.1	1.5	1.3	203
Среднескоростной дизель	BFO	65.7	63.4	61.3	3.8	3.4	213
	MDO/MGO	65.0	63.1	60.6	1.5	1.3	203
Низкоскоростной дизель	BFO	92.8	89.7	86.5	8.7	7.8	195
	MDO/MGO	91.9	88.6	86.5	1.6	1.5	185
Паровая турбина	BFO	6.9	6.6	6.4	2.6	2.4	305
	MDO/MGO	6.9	6.6	6.4	1.0	0.9	290

Источник: Entec (2002г.), Entec (2007г.), коэффициенты выбросов рассчитаны в кг/тонна топлива, используя удельный расход топлива.

BFO – флотский мазут, MDO – судовое дизельное топливо, MGO – судовый газойл

Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ); BFO: 0,12, MDO/MGO: 0,31. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

⁽⁴⁾ Через каждые 5 и 10 лет 4% флота имеют новые двигатели (17% с более низким содержанием NO_x): 5 x 4% x 17% = 3,4% и 10 x 4% x 17% = 6,8%

Коэффициенты НМЛОС были получены как 98 % от исходного значения углеводородов (на основе отчетных коэффициентов CH₄ из МГЭИК (1997г.)). В соответствии с Entec выбросы в значительной степени зависят от установленного типа двигателя на борту судна и используемого топлива, а не от типа судна (контейнерное судно, пассажирский паром и т.д.).

Для небольших прогулочных и вспомогательных судов коэффициенты выбросов Уровня 2 перечислены в Таблице 3-5.

Таблица 10 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для прогулочных судов (Код НО 1A3dii-
Малые суда)

Коэффициенты выбросов Уровня 2 по умолчанию				
Топливо	Загрязнитель	Единицы	обычные	2003/44/ЕС
Дизельное топливо	NO _x	кг/т топлива	38.4	32.8
	CO	кг/т топлива	19.8	18.6
	НМЛОС	кг/т топлива	7.45	6.18
	ОКВЧ	кг/т топлива	4.60	3.71
	ТЧ ₁₀	кг/т топлива	4.60	3.71
	ТЧ _{2,5}	кг/т топлива	4.60	3.71
	NH ₃	г/т топлива	7.00	7.00
Бензин: 2-тактные	NO _x	кг/т топлива	3.27	
	CO	кг/т топлива	481	
	НМЛОС	кг/т топлива	233	
	ОКВЧ	кг/т топлива	12.6	
	ТЧ ₁₀	кг/т топлива	12.6	
	ТЧ _{2,5}	кг/т топлива	12.6	
	NH ₃	г/т топлива	3	
Бензин: 4-тактные	NO _x	кг/т топлива	26.8	25.8
	CO	кг/т топлива	851	348
	НМЛОС	кг/т топлива	26.7	29.2
	ОКВЧ	г/т топлива	188	188
	ТЧ ₁₀	г/т топлива	188	188
	ТЧ _{2,5}	г/т топлива	188	188
	NH ₃	г/т топлива	5	5

Источник: Winther & Nielsen, 2006.

Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ): Дизельное топливо: 0,55, Бензин: 0,05. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

3.3.3 Данные по осуществляемой деятельности

Подход Уровня 2 должен быть основан на общем распределении топлива между национальным и международным судоходством (бункеры). Для использования более подробных коэффициентов выбросов для NO_x и НМЛОС, статистические данные о времени прибытия в порт должны быть собраны/распределены по типу двигателя, используя национальную статистику и средние коэффициенты для типа топлива и деятельности судна.

Национальные статистические данные по прибытиям в порт для ЕС собираются и представляются в Евростат всеми государствами-членами согласно Морской статистической директиве (Директива Совета 96/64/ЕС). Ежеквартально статистические данные по перемещениям, пассажирам и товарам, распределенные по направлению, субъекту партнера и типу груза, предоставляются из базы данных Eurostat Newcronos Maritime. Эти данные относятся только к основным портам (но 90 % общих перевозок).

Тщательный анализ типов судов представлен в Entec (2002), Приложение D Анализ типов судов.

Для оценки выбросов требуются следующие этапы:

**Международное морское и внутреннее судоходство, национальное судоходство,
национальное рыболовство, прогулочные суда**

1. получить национальные статистические данные по прибытиям в порт по типу судна, как указано в Таблице 3-6.
2. рассчитать суммарную мощность, определенную по типу судна, указанному в Таблице 3-6.
3. распределить суммарную мощность, определенную для каждого типа судна по частоте вращения двигателя/классу топлива по Таблице 3-7.
4. рассчитать суммарную мощность, определенную по частоте вращения двигателя/классу топлива как сумму показателей, полученных в п. 3.
5. предположить, что использование топлива пропорционально суммарной мощности, определенной для присвоения статистической величины расхода топлива (из Таблицы 3-4) для различных частоты вращения двигателя/класса топлива.
6. оценить национальные выбросы по коэффициентам выбросов в Таблице 3-4.

Таблица 11 Расчетная средняя мощность главного двигателя (суммарная мощность всех двигателей) по категориям судов

Категория судна	Мощность главного двигателя (кВт)	
	Флот 1997	Флот 2010
Танкеры	6.695	6.543
Сухогрузы	8.032	4.397
Контейнеровоз	22.929	14.871
Для перевозки общих грузов	2.657	2.555
Судно с бескрановой погрузкой	7.898	4.194
Пассажирское	3.885	10.196
Рыболовное	837	734
Другие	2.778	2.469
Буксиры	2.059	2.033

Источник: Trozzi, 2010.

Таблица 12 Процентное соотношение основной установленной мощности двигателя по типу двигателя/классу топлива (флот 2010г.)

Категория судна	SSD MDO /MGO	SSD BFO	MSD MDO /MGO	MSD BFO	HSD MDO /MGO	HSD BFO	GT MDO /MGO	GT BFO	ST MDO /MGO	ST BFO
Танкеры	0.87	74.08	3.17	20.47	0.52	0.75	0.00	0.14	0.00	0.00
Сухогрузы	0.37	91.63	0.63	7.29	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Контейнеровоз	1.23	92.98	0.11	5.56	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
Для перевозки общих грузов	0.36	44.59	8.48	41.71	4.30	0.45	0.00	0.10	0.00	0.00
Судно бескрановой погрузкой	0.17	20.09	9.86	59.82	5.57	2.23	2.27	0.00	0.00	0.00
Пассажирское	0.00	3.81	5.68	76.98	3.68	1.76	4.79	3.29	0.00	0.02
Рыболовное	0.00	0.00	84.42	3.82	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Другие	0.48	30.14	29.54	19.63	16.67	2.96	0.38	0.20	0.00	0.00
Буксиры	0.00	0.00	39.99	6.14	52.80	0.78	0.28	0.00	0.00	0.00

SSD – Низкоскоростной дизель, MSD – Среднескоростной дизель, HSD – Высокоскоростной дизель, GT – Газотурбинный двигатель,

ST – Паровая турбина; MDO – Судовое дизельное топливо, MGO – Судовой газойл, BFO – Флотский мазут

Источник: Trozzi, 2010.

Для прогулочных судов на Уровне 2 используются продажи топлива, распределенные по технологическим слоям в качестве входных данных для расчета выбросов.

Для двигателей судов, работающих на дизельном топливе, приближение первого порядка (в случае отсутствия более подробных данных) должно предполагаться для любого указанного года инвентаризации так, чтобы все сроки службы двигателя имели аналогичную долю общей величины расхода топлива. Например, для Дании это обеспечивает 6,67 % величины расхода топлива для двигателей со сроком службы 0 - 14 лет (срок службы дизельных двигателей: 15 лет). Кроме того, известно, что с 2006 года новые проданные дизельные судовые двигатели должны соответствовать Директиве ЕС по выбросам 2003/44. Это обеспечивает распределение долей расхода топлива по технологическим слоям по соответствующим годам инвентаризации.

В случае бензиновых судовых двигателей в последнее время произошло увеличение продаж новых четырехтактных двигателей и, соответственно, уменьшение числа новых проданных двухтактных двигателей. Предположение в Датском кадастре заключается в том, что с 1998 г. число новых продаж снизилось, и с 2006 г. не было никаких новых продаж двухтактных двигателей.

В Таблице 3-8 показано изменение расхода топлива для 2-тактных и 4-тактных двигателей с 1997 . по 2015 ., все двигатели представлены обычного типа. Чтобы найти абсолютную величину расхода топлива для 2-тактных и 4-тактных двигателей для инвентаризации 1998 года и последующих лет, рациональный метод – использовать показатели 1997 г. для расхода топлива, а затем использовать показатель изменения из

согласно категории двигателя. В данной таблице расход топлива 2-тактных и 4-тактных двигателей получает значение 100 в 1997 . При изучении Таблицы 3-8 видно, что расход топлива 2-тактного двигателя, например, в 2010 г. составляет только 17,3% значения 1997 г., тогда как потребление 4-тактного двигателя удвоено вплоть до значения, которое было выражено в 1997 г. в абсолютных значениях.

Для оценки выбросов от малых судов, в случае если отдельные национальные статистические данные по деятельности не собраны, данные по деятельности (в тоннах топлива по типу топлива и стандарту двигателя) необходимо получить из данных о численности этих судов.

Таблица 13 Показатели потребления топлива для небольших судов на основе Датского кадастра

Год	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2-тактный	100	100	98.8	96.4	92.8	87.9	81.6	73.9	63.5	51.9	41.5	32.3	24.2	17.3	11.5	6.92	3.46	1.15	0
4-тактный	100	105	111	118	126	135	145	156	164	173	181	188	195	200	205	208	211	213	214

Источник: Winther & Nielsen, 2006.

Дополнительное распределение на уровни технологий применяется только в отношении четырехтактных двигателей, поскольку все двухтактные двигатели относятся к стандартному типу. Можно предположить, что все двигатели имеют аналогичную долю расхода топлива, которая, в случае Дании, составляет 10 % расхода топлива для двигателей со сроком службы от 0 до 9 лет (срок службы бензинового двигателя: 10 лет). С 2007 г. новые проданные бензиновые судовые двигатели должны соответствовать Директиве 2003/44/ЕС и, основываясь на этом,

величина расхода топлива для четырехтактных двигателей может быть разбита на два типа двигателей: обычные и уровень технологии 2003/44/ЕС.

3.4 Методология Уровня 3 по передвижениям судов

Для подходов Уровня 1 и Уровня 2 используются продажи топлива в качестве основного показателя деятельности и допускаются средние характеристики по выбросам судна для расчета выбросов. Методология Уровня 3 по перемещениям морских судов основана на данных о перемещениях отдельных судов.

Методология перемещения морских судов рекомендуется, если доступны подробные данные по перемещению морских судов, а также технические данные по судам (напр., размер и технология двигателя, установленная мощность или использование топлива, часы работы по различным видам деятельности). Она подходит для оценки национальных и международных выбросов. Выполнение методологии может быть довольно затратным по времени. Для соответствия общим отчетным критериям по стране в целом страна должна впоследствии выполнить корректировки по топливу в прочих секторах, связанных с потреблением топлива, для поддержания общего национального энергетического баланса.

Методологии могут применяться для расчета выбросов в соответствии с определением ЕЭК ООН/ЕМЕП национальных и международных водных перевозок, а также других определений (флаг, судовладелец, географический район, и т.д.).

3.4.1 Алгоритм

Для торговых судов подход Уровня 3 позволяет рассчитать выбросы от судоходства, суммируя выбросы от рейса к рейсу. Для одного отдельного рейса выбросы могут быть выражены следующим образом:

$$E_{\text{Полныйпуть}} = E_{\text{Стоянка}} + E_{\text{Маневрирование}} + E_{\text{Выполнение рейса}}$$

Общая инвентаризация – сумма по всем поездкам всех судов в течение года. На практике данные могут быть собраны для репрезентативного числа судов по поездкам в течение репрезентативного отрезка года. В этом случае суммированные выбросы должны быть увеличены, чтобы обеспечить итог по всем перевозкам и судам в течение всего года.

Если известна величина расхода топлива для каждого этапа, то выбросы загрязняющего вещества i могут быть рассчитаны для всего рейса следующим образом:

$$E_{\text{Trip},i,j,m} = \sum_p \left(FC_{j,m,p} \times EF_{i,j,m,p} \right)$$

где:

E_{Trip} = выбросы в течение всего рейса (в тоннах),

FC = расход топлива (в тоннах),

EF = коэффициент выбросов (в кг/тоннах) из **Error! Reference source not found.**,

i = загрязняющее вещество (NO_x , НМЛОС, ТЧ)

m = тип топлива (флотский мазут, судовое дизельное топливо/судовой газойл (MDO/MGO), бензин),

j = тип двигателя (низко-, средне- и высокоскоростной дизель, газотурбинный двигатель и паровая турбина).

p = различные этапы рейса (совершение рейса, стоянка, маневрирование).

Выбросы загрязняющих веществ, не включенных в Таблицу 3-9, могут быть рассчитаны посредством подхода Уровня 1 с коэффициентами выбросов, приведенные в Таблицах 3-1 – 3-3 в зависимости от типа топлива.

Если величина расхода топлива для каждого этапа рейса не известна, то для расчета выбросов предлагается другая методология на основе установленной мощности и затраченного времени на различных этапах судоходства. Выбросы можно рассчитать на основе детальных сведений о мощности установленных основного и вспомогательного двигателя, коэффициента загрузки и общего затраченного времени в часах для каждого этапа, используя следующее уравнение.

$$E_{Trip,i,j,m} = \sum_p \left[T_p \sum_e \left(P_e \times LF_e \times EF_{e,i,j,m,p} \right) \right]$$

где:

- E_{Trip} = выбросы в течение всего рейса (в тоннах),
- EF = коэффициент выбросов (в кг/тоннах) из Таблицы 3-10 в зависимости от типа судна,
- LF = коэффициент нагрузки двигателя (%)
- P = номинальная мощность двигателя (кВт)
- T = время (в часах),
- e = категория двигателя (основной, вспомогательный)
- i = загрязняющее вещество (NO_x , НМЛОС, ТЧ)
- j = тип двигателя (низко-, средне- и высокоскоростной дизель, газотурбинный двигатель и паровая турбина).
- m = тип топлива (флотский мазут, судовое дизельное топливо/судовой газойл, бензин),
- p = различные этапы рейса (совершение рейса, стоянка, маневрирование).

Время рейса, если оно неизвестно, можно рассчитать следующим образом:

$$T_{\text{Выполнение рейса}} (\text{часов}) = \frac{\text{Расстояние рейса (км)}}{\text{Средняя крейсерская скорость (км/ч)}}$$

Если мощность установленных основного или вспомогательного двигателей не известна, она может быть рассчитана по методике, описанной в п. 3.4.3.

Выбросы загрязняющих веществ, не включенных в Таблицу 3-10, могут быть рассчитаны посредством подхода Уровня 1 с коэффициентами выбросов, включенными в Таблицы 3-1 и 3-2, в зависимости от типа судна.

Для оценки выбросов от малых судов, если не собраны отдельные национальные статистические данные по деятельности, данные по деятельности должны быть получены на основе данных о численности данных судов, по типу судна, типу топлива, типу двигателя, технологическому уровню и данным по деятельности для коэффициентов нагрузки двигателя и расчетного годового времени использования. Расход топлива и выбросы по каждому типу топлива определяются следующим образом:

$$E_{i,m} = \sum_b \sum_e \sum_z \left(N_{b,e,z} \times T_{b,e,z} \times P_{b,e,z} \times LF_{b,e,z} \times EF_{b,e,z} \right)$$

где

E	= выбросы по малым судам в год (в тоннах)
N	= количество судов (суда)
T	= среднее время эксплуатации каждого судна в год (часы/судно)
P	= номинальная мощность двигателя (кВт)
LF	= коэффициент нагрузки двигателя (%)
EF	= коэффициент выбросов (г/кВт.ч)
b	= тип судна (ялик, катер с каютой, парусное судно, ...)
e	= тип двигателя (внутренний, наружный, 2-х тактный, 4-х тактный)
i	= загрязняющее вещество (НМЛОС, NH ₃ , NO _x , ТЧ) или расход топлива
m	= тип топлива (бензин, дизельное топливо)
z	= технологический уровень (стандартный, 2003/44/ЕС)

В целом, если расчеты по судоходству основаны на образцах, результаты должны быть пересчитаны в масштабе, чтобы получить годовой итог. Географическая информационная система (GIS) может использоваться для пространственного разделения данных.

3.4.2 Коэффициенты выбросов Уровня 3 по типу двигателя, топлива и деятельности

Коэффициенты выбросов NO_x, НМЛОС и ТЧ по сочетанию отдельных двигателей/типам топлива представлены в **Error! Reference source not found.** в единицах массы загрязняющего вещества на тонну топлива и в **Error! Reference source not found.** в единицах массы загрязняющего вещества на кВт.ч. В данной таблице также представлен удельный расход топлива. Пояснение по коэффициентам, разграниченным на 2000. и 2005 и 2010 гг. , см. Уровень 2 (п. 3.3.2).

Для других загрязняющих веществ можно применять коэффициенты выбросов Уровня 1 (Таблицы 3-1 и 3-2).

Для малых прогулочных и вспомогательных судов коэффициенты выбросов представлены в Таблице 3-11, полученные из Winther и Nielsen (2006 г.).

Таблица 14 Коэффициенты выбросов Уровня 3 для NO_x, НМЛОС, ТЧ для различных видов соотношения двигатель/топливо и этапов рейса судна (выполнение рейса, стоянка, маневрирование)

Двигатель	Этап	Тип двигателя	Тип топлива	NO _x	NO _x	NO _x	НМЛ ОС КВ	ОКВЧ ТЧ ₁₀ ТЧ _{2,5} КВ	
				2000 (кг/т)	2005 (кг/т)	2010 (кг/тонна)			
Основной	Выполнение рейса	Газовая турбина	BFO	20.0	19.3	18.6	0.3	0.3	
			MDO/MGO	19.7	19.0	18.3	0.3	0.0	
		Высокоскоростной дизельный	BFO	59.6	57.7	55.6	0.9	3.8	
			MDO/MGO	59.1	57.1	55.1	1.0	1.5	
		Среднескоростной дизельный	BFO	65.7	63.4	61.3	2.3	3.8	
			MDO/MGO	65.0	63.1	60.6	2.4	1.5	
		Низкоскоростной дизельный	BFO	92.8	89.7	86.5	3.0	8.7	
			MDO/MGO	91.9	88.6	86.5	3.2	1.6	
		Паровая турбина	BFO	6.9	6.6	6.4	0.3	2.6	
			MDO/MGO	6.9	6.6	6.4	0.3	1.0	
		Маневрирование Стоянка	Газовая турбина	BFO	9.2	8.9	8.6	1.5	4.5
				MDO/MGO	9.1	8.8	8.5	1.5	1.6
	Высокоскоростной дизельный		BFO	43.6	42.3	40.6	2.5	10.3	
			MDO/MGO	43.0	41.7	40.1	2.6	4.0	
	Среднескоростной дизельный		BFO	47.9	46.2	44.6	6.3	10.3	
			MDO/MGO	47.5	45.7	44.3	6.6	4.0	
	Низкоскоростной дизельный	BFO	67.4	65.1	62.9	8.2	11.2		
		MDO/MGO	66.7	64.2	62.1	8.6	4.4		
Паровая турбина	BFO	5.1	4.8	4.7	0.9	7.1			
	MDO/MGO	5.0	5.0	4.7	0.9	2.8			
Вспомогательный	Выполнение рейса Маневрирование Стоянка	Высокоскоростной дизельный	BFO	51.1	49.4	47.6	1.7	3.5	
			MDO/MGO	50.2	48.6	46.8	1.8	1.4	
		Среднескоростной дизельный	BFO	64.8	62.5	60.4	1.7	3.5	
			MDO/MGO	64.1	62.0	59.7	1.8	1.4	

Источник: Entec (2002г.), Entec (2007г.) коэффициенты выбросов для НМЛОС были получены как 98 % исходного значения коэффициентов выбросов углеводородов на основе отчетных коэффициентов CH₄ из IPCC (1997г.).

Примечание:

Коэффициенты выбросов для других загрязняющих веществ см. в Таблицах 3-1 и 3-2.

Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ); BFO: 0,12, MDO/MGO: 0,31. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

Таблица 15 Коэффициенты выбросов Уровня 3 для NO_x, НМЛОС, ТЧ и удельного расхода топлива для различных типов двигателя/топлива и этапов поездки судна (выполнение рейса, стоянка, маневрирование) в г/кВт.ч

Двигатель	Этап	Тип двигателя	Тип топлива	NO _x KB 2000 (г/кВт.ч)	NO _x KB 2005 (г/кВт.ч)	NO _x KB 2010 (г/кВт.ч)	НМЛОС KB (г/кВт.ч)	ОКВЧ ТЧ ₁₀ ТЧ _{2,5} KB (г/кВт.ч)	Удельный расход топлива (г топлива/кВт.ч)	
Основной	Выполнение рейса	Газовая турбина	BFO	6.1	5.9	5.7	0.1	0.1	305.0	
			MDO/MGO	5.7	5.5	5.3	0.1	0.0	290.0	
		Высокоскоростной дизельный	BFO	12.7	12.3	11.8	0.2	0.8	213.0	
			MDO/MGO	12.0	11.6	11.2	0.2	0.3	203.0	
		Среднескоростной дизельный	BFO	14.0	13.5	13.0	0.5	0.8	213.0	
			MDO/MGO	13.2	12.8	12.3	0.5	0.3	203.0	
		Низкоскоростной дизельный	BFO	18.1	17.5	16.9	0.6	1.7	195.0	
			MDO/MGO	17.0	16.4	15.8	0.6	0.3	185.0	
		Паровая турбина	BFO	2.1	2.0	2.0	0.1	0.8	305.0	
			MDO/MGO	2.0	1.9	1.9	0.1	0.3	290.0	
		Маневрирование Стоянка	Газовая турбина	BFO	3.1	3.0	2.9	0.5	1.5	336.0
				MDO/MGO	2.9	2.8	2.7	0.5	0.5	319.0
	Высокоскоростной дизельный		BFO	10.2	9.9	9.5	0.6	2.4	234.0	
			MDO/MGO	9.6	9.3	8.9	0.6	0.9	223.0	
	Среднескоростной дизельный		BFO	11.2	10.8	10.4	1.5	2.4	234.0	
			MDO/MGO	10.6	10.2	9.9	1.5	0.9	223.0	
	Низкоскоростной дизельный		BFO	14.5	14.0	13.5	1.8	2.4	215.0	
			MDO/MGO	13.6	13.1	12.7	1.8	0.9	204.0	
Паровая турбина	BFO		1.7	1.6	1.6	0.3	2.4	336.0		
	MDO/MGO		1.6	1.6	1.5	0.3	0.9	319.0		
вспомогательный	Выполнение рейса		Высокоскоростной дизельный	BFO	11.6	11.2	10.8	0.4	0.8	227.0
				MDO/MGO	10.9	10.5	10.2	0.4	0.3	217.0
	Маневрирование Стоянка	Среднескоростной дизельный	BFO	14.7	14.2	13.7	0.4	0.8	227.0	
			MDO/MGO	13.9	13.5	13.0	0.4	0.3	217.0	

BFO – Флотский мазут, MDO – Судовое дизельное топливо, MGO – Судовой газойл

Источник: Entec (2002г.), Entec (2007г.) коэффициенты выбросов для НМЛОС были получены как 98 % исходного значения коэффициентов выбросов углеводородов на основе отчетных коэффициентов CH₄ из IPCC (1997г.).

Примечание: Коэффициенты выбросов для других загрязняющих веществ см. в Таблицах 3-1 и 3-2.

Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ); BFO: 0,12, MDO/MGO: 0,31. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

Таблица 16 Коэффициенты выбросов Уровня 3 для прогулочных судов

Тип топлива	Тип судна	Тип двигателя	Технол. уровень	Номинальная мощность	НМЛОС	NH ₃	NO _x	ОКВЧ		Топливо
								ТЧ ₁₀	ТЧ _{2,5}	
				[кВт]	[г/кВт.ч]					
Бензин	Прочие суда (< 20 футов)	За бортом	2S	2003/44	8	45.49	0.002	2	10	791
				Станд.	8	254.69	0.002	2	10	791
			4S	2003/44	8	21.60	0.002	7	0.08	426
				Станд.	8	21.60	0.002	7	0.08	426
	Ялики и катера с каютой	За бортом	2S	2003/44	20	36.17	0.002	3	10	791
				Станд.	20	170.45	0.002	3	10	791
			4S	2003/44	20	12.60	0.002	10	0.08	426
				Станд.	20	12.60	0.002	10	0.08	426
	Парусные суда (< 26 футов)	За бортом	2S	2003/44	10	42.61	0.002	2	10	791
				Станд.	10	254.69	0.002	2	10	791
			4S	2003/44	10	21.60	0.002	7	0.08	426
				Станд.	10	21.60	0.002	7	0.08	426
	Скоростные моторные лодки	На борту	4S	2003/44	90	9.00	0.002	12	0.08	426
				Станд.	90	9.00	0.002	12	0.08	426
		За бортом	2S	2003/44	50	31.51	0.002	3	10	791
				Станд.	50	170.45	0.002	3	10	791
			4S	2003/44	50	12.60	0.002	10	0.08	426
				Станд.	50	12.60	0.002	10	0.08	426
Гидроциклы	За бортом	2S	2003/44	45	31.91	0.002	3	10	791	
			Станд.	45	170.45	0.002	3	10	791	
		4S	2003/44	45	12.60	0.002	10	0.08	426	
			Станд.	45	12.60	0.002	10	0.08	426	
Дизель	Моторные лодки (27–34 футов)	На борту	2003/44	150	1.67	0.002	8.6	1	275	
			Станд.	150	1.97	0.002	8.6	1.2	275	
	Моторные лодки (> 34 фута)		2003/44	250	1.58	0.002	8.6	1	275	
			Станд.	250	1.97	0.002	8.6	1.2	275	
	Моторные лодки (< 27 футов)		2003/44	40	1.77	0.002	9.8	1	281	
			Станд.	40	2.17	0.002	18	1.4	281	
	Моторные парусные суда		2003/44	30	1.87	0.002	9.8	1	281	
			Станд.	30	2.17	0.002	18	1.4	281	
Парусные суда (> 26 футов)	2003/44	30	1.87	0.002	9.8	1	281			
Станд.	30	2.17	0.002	18	1.4	281				

Источник: Winther & Nielsen, 2006г.

Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ); Дизельное топливо: 0,55, Бензин: 0,05. Источник: более подробную информацию см. в Приложении А

3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

База данных LMIS (Судовая информационная служба Ллойда) регистрирует все перемещения судов по всему миру. База данных включает размер судна, место назначения, примерное время прибытия и отправления, тип двигателя и номер и т.д. Данные доступны в электронной форме. База данных включает все суда тоннажем более 250–500 тонн. Паромы и рыболовные суда обычно не включаются. Кроме того, исключены более мелкие порты. Может быть выбрана неделя или весь год. Выбор также может быть сделан по участку или национальной принадлежности судна. Необходимо покупать комплект данных.

Статистические данные о портах в целом могут быть получены из национальных источников (органы статистики или управления портами) во всех странах, в некоторых странах включены только более крупные порты. Информация аналогична данным LMIS без подробных данных о типах двигателей. С другой стороны, в этих данных содержится более точная информация о фактически затраченном времени в порту. Статистические национальные данные о портах также могут быть использованы для оценки информации из других источников.

В ряде стран собираются детальные статистические данные по отдельным судам. Такие статистические данные могут включать, например, обзор передвижения судна для выборки флота.

Для паромов данные по передвижению судов будут доступны в расписании движения с указанием времени отбытия и места назначения. Международные расписания включают все основные маршруты паромов в Европе, но более подробная информация (включая более мелкие паромы) доступна из национальных источников. Такая информация должна быть пополнена информацией о типе двигателя. Необходимо проводить различие между летом и зимой при использовании расписания движения.

Международный совет по исследованию морей занимается сбором информации по рыбопромысловым поставкам (зона вылова и порт выгрузки), которая дает указания по передвижениям судна. Данные являются конфиденциальными, но основаны на национальной отчетности, которая может быть общедоступна. Информация должна быть связана с реестром судна. Дополнительная информация должна быть собрана по времени, затраченному на рыболовство, так как рыболовные суда не будут перемещаться по прямой во время работы/выхода в море. Рыболовные суда также могут быть использованы для других видов деятельности, отличных от рыболовства. Промысловые суда и траулеры могут иметь значительный расход топлива, связанный с траловым промыслом, обработкой и заморозкой в дополнение к передвижениям судна.

Таможенное управление или органы береговой охраны могут вести протоколы международных передвижений судов в национальных территориальных водах.

Доступны две различные процедуры для Уровня 3 на основе расхода топлива или мощности двигателя.

а. Оценка выбросов на основе расхода топлива

Данная процедура применяется только в тех случаях, когда имеется детальная информация по расходу топлива для каждого сочетания судна/типа двигателя на различных этапах судоходства; в противном случае следует использовать указанную ниже альтернативную процедуру, основанную на мощности двигателя.

1. Получите величину расхода топлива для каждого отдельного судна, типа двигателя/класса топлива и деятельности судна. Это может быть сделано для

целого года или репрезентативной части года, для всех судов или для репрезентативной выборки судов, для каждой категории судов и типа двигателя/класса топлива. Данный выбор будет зависеть от имеющихся данных и требуемой точности исследования.

2. Рассчитайте выбросы по каждой категории судов и типу двигателя/классу топлива, умножив на коэффициенты выбросов из Таблицы 3-9.

b. Оценка выбросов на основании мощности двигателя

1. Получите данные по перемещению судов: пункт отбытия, пункт прибытия, время отбытия и время прибытия для каждого отдельного судна. Это может быть выполнено для всего года или репрезентативного периода года, для всех судов или для репрезентативной выборки судов. Данный выбор будет зависеть от имеющихся данных и требуемой точности исследования.
2. Определите навигационные пути и расстояния между портами. Это может быть выполнено отдельно или включено в основные морские пути. ГИС (Географическая информационная система) удобна, но не обязательна для данной задачи. Если ГИС не доступна, существуют стандартные таблицы расстояний между основными портами (Thomas Reed Publications, 1992г.). Основные морские пути указаны в издании ИМО 'Пути судов' (Международная морская организация, 1987г.). Расстояния указаны в Таблице морских расстояний Reed's (Thomas Reed Publications, 1992г.).
3. Представьте характеристику по каждой категории судов (как в Таблице 3-6) и типу двигателя/классу топлива (если оно неизвестно, используйте Таблицу 3-7) и зафиксируйте мощность установленных основного или вспомогательного двигателя. Для этого используется реестр судна с указанием размера и типа двигателя отдельных судов. Такой реестр национального флота должен быть в наличии в большей части стран, но обычно включает только национальные суда. Реестр судов Регистра судоходства Ллойд предоставляет подробную информацию о национальных и международных водных перевозках объемом более чем 100 валового тоннажа. Если мощность двигателя неизвестна, и доступен только валовой тоннаж (GT), мощность установленного основного двигателя может быть получена из Таблицы 3-12 (в отношении мирового флота 1997г., мирового флота 2010г. и средиземноморского флота 2006г.), а мощность установленного вспомогательного двигателя из Таблицы 3-13 (в отношении мирового флота 2010г. и средиземноморского флота 2006г., тогда как данные по мировому флоту 1997г. отсутствуют).
4. Определите общее время рейса для каждой категории судов и типа двигателя/класса топлива на основе расстояния и средней скорости рейса (**Error! Reference source not found.**) или на основании времени отбытия и прибытия. Выбор должен быть основан на оценке данных по качеству.
5. Определите общее время стоянки и маневрирования для каждой категории судов и типа двигателя/класса топлива посредством анализа деятельности порта или на основе представленных средних значений затраченного времени (**Error! Reference source not found.**).
6. Рассчитайте выбросы по каждой категории судов и типам двигателя/классам топлива, умножив общее время, затраченное на каждом этапе, как было определено ранее в пунктах 4 и 5, на мощность установленных основного и вспомогательного двигателей, для каждой категории судов, рассчитанных в соответствии с п. 3, на коэффициенты нагрузки (и для основного двигателя %

**Международное морское и внутреннее судоходство, национальное судоходство,
национальное рыболовство, прогулочные суда**

времени эксплуатации) по Таблице 3-15 и на коэффициенты выбросов из Таблицы 3-10.

Таблица 17 Мощность установленного основного двигателя в зависимости от валового тоннажа (GT)

Категория судна	2010 мировой флот	1997 мировой флот	средиземноморский флот (2006)
Танкеры	14.755*GT ^{0.6082}	29.821*GT ^{0.5552}	14.602*GT ^{0.6278}
Сухогрузы	35.912*GT ^{0.5276}	89.571*GT ^{0.4446}	47.115*GT ^{0.504}
Контейнеровоз	2.9165*GT ^{0.8719}	1.3284*GT ^{0.9303}	1.0839*GT ^{0.9617}
Для перевозки общих грузов	5.56482*GT ^{0.7425}	10.539*GT ^{0.6760}	1.2763*GT ^{0.9154}
Судно с бескрановой погрузкой	164.578*GT ^{0.4350}	35.93*GT ^{0.5885}	45.7*GT ^{0.5237}
Пассажирское	9.55078*GT ^{0.7570}	1.39129*GT ^{0.9222}	42.966*GT ^{0.6035}
Рыболовное	9.75891*GT ^{0.7527}	10.259*GT ^{0.6919}	24.222*GT ^{0.5916}
Другие	59.049*GT ^{0.5485}	44.324*GT ^{0.5300}	183.18*GT ^{0.4028}
Буксиры	54.2171*GT ^{0.6420}	27.303*GT ^{0.7014}	

Источник: Trozzi (2010г.) для мирового флота 2010г. и 1997г.; Entec (2007г.) для средиземноморского флота 2006г. (для флота 1997 года был сделан перевод 1 GT = 1,875 GRT (валовой регистровый тоннаж)

(для флота 1997г. используется пересчет 1 GT = 1,875 GRT)

Таблица 18: Расчетный средний коэффициент судна по вспомогательным двигателям / основным двигателям согласно типу судна

Категория судна	2010 мировой флот	средиземноморский флот (2006)
Танкеры	0.30	0.35
Сухогрузы	0.30	0.39
Контейнеровоз	0.25	0.27
Для перевозки общих грузов	0.23	0.35
Судно с бескрановой погрузкой	0.24	0.39
Пассажирское	0.16	0.27
Рыболовное	0.39	0.47
Другие	0.35	0.18
Буксиры	0.10	

Источник: Trozzi (2010г.) для международного флота 2010г.; Entec (2007) для средиземноморского флота 2006г.

Таблица 19 Допуски по средней крейсерской скорости и среднему времени нахождения в порту

Категория судна	Средняя крейсерская скорость (км/ч)	Время маневрирования (часы)	Время стоянки (часы)
Танкеры	26	1.0	38
Сухогрузы	26	1.0	52
Контейнеровоз	36	1.0	14
Для перевозки общих грузов	23	1.0	39
Судно с бескрановой погрузкой	27	1.0	15

**Международное морское и внутреннее судоходство, национальное судоходство,
национальное рыболовство, прогулочные суда**

Пассажирское	39	0.8	14
Рыболовное	25	0.7	60
Другие	20	1.0	27

Источник: Разработка из Entec (2002г.)

**Таблица 20 Расчетная нагрузка в % MCR (максимальная длительная мощность)
основного и вспомогательного двигателя для различной деятельности судна**

Этап	% мощности MCR осн. двигателя	% раб. времени осн. двигателя	% мощности MCR вспом. двигателя
Выполнение рейса	80	100	30
Маневрирование	20	100	50
Стоянка (искл. танкеры)	20	5	40
Стоянка (танкеры)	20	100	60

Источник: Entec (2002г.)

В Таблице 3-16 представлены данные по наиболее типично используемым прогулочными судам, на которых установлены дизельные или двух- и четырехтактные бензиновые двигатели, полученные из Датского кадастра выбросов (Winther и Nielsen, 2006г.).

Таблица 21 Данные по деятельности прогулочных судов в Дании

Тип топлива	Тип двигателя	Тип судна	Двигатель	Мощность двигателя (кВт)	Годовая наработка (часы)	Кэфф. нагрузки	Срок службы (лет)
Бензин	2-тактный	Ялики и катера с каютой	За бортом	20	50	0.5	10
		Парусные суда (< 26 футов)	За бортом	10	5	0.5	10
		Скоростные моторные лодки	За бортом	50	50	0.5	10
		Прочие лодки (< 20 футов)	За бортом	8	30	0.5	10
		Гидроциклы	Встроенный	45	10	0.5	10
		Ялики и катера с каютой	За бортом	20	50	0.5	10
	4-тактный	Парусные суда (< 26 футов)	За бортом	10	5	0.5	10
		Скоростные моторные лодки	На борту	90	75	0.5	10
		Скоростные моторные лодки	За бортом	50	50	0.5	10
		Прочие лодки (< 20 футов)	За бортом	8	30	0.5	10
		Гидроциклы	Встроенный	45	10	0.5	10
		Моторные лодки (27-34 футов)	На борту	150	150	0.5	15
Дизель		Моторные лодки (> 34 фута)	На борту	250	100	0.5	15
		Моторные лодки (< 27 футов)	На борту	40	75	0.5	15
		Моторные парусные суда	На борту	30	75	0.5	15
		Парусные суда (< 26 футов)	На борту	30	25	0.5	15

Источник: Winther & Nielsen, 2006.

3.5 Структура видообразования

Видообразование ПАУ в соответствии с указанным в Регистре судоходства Ллойда (1995) указано в Таблице 3-13. Купер и другие (1996) измерили концентрации углеводородов C₂-C₆ и C₆-C₁₂ в отработавших газах двух паромов, указанных в Таблице 3-18.

Таблица 22 Выбросы ПАУ, распределение по видам

Продукты	Среднее значение (%)	Диапазон (%)
Фенантрен	37	32-54
Антрацен	1	0-2
Флуорантен	11	9-15
Пирен	14	12-20
3,6-диметилфенантрен	4	3-5
Трифенилен	12	9
Бензо(b)-флуорен	6	2-19
Бензо(a)антрацен	2	0-2
Хризен	5	3-9
Бензо(a)-пирен	2	0
Бензо(j)флуорантен	0	0
Перилен	0	0-3
Бензо(b)-флуорантен	1	0-2
Бензо(k)-флуорантен	0	0
Бензо(a)пирен	0	0
Дибензо(a,j)антрацен	0	0-1
Дибензо(a,l)пирен	0	0
Бензо(g,h,i)перилен	1	0-2
Дибензо(a,h)антрацен	1	0-6
Идено(1,2,3-cd)пирен	0	0-1
3-метил-хлорантен	0	0
Антантрен	0	0

Источник: Регистр судоходства Ллойд, 1995г.

Таблица 23 Концентрации углеводородов в отработавших газах (%)

Продукты	Паром 1	Паром 2
Этан	0	0
Этен	5	20
Пропан	0	0
Пропен	2	6
Этин	0	0
Пропадиен	0	0
Бутан	0	0
транс-2-Бутен	0	0
1-Бутен	0	1
Изобутен	1	18
цис-2-бутен	0	0
Пентан	0	0
Пропин	0	0
3-метил-1-бутен	0	0
транс-2-Пентен	0	0
1-Пентен	0	1
цис-2-Пентен	0	0
Гексан	0	0
прочие C ₆ алкены	0	0
1-Гексен	0	0

Нонан	10	0
Декан	25	0
Ундедекан	19	0
Додекан	14	0
Бензол	4	35
Толуол	5	15
Этилбензол	1	0
О-Ксилол	2	0
m Плюс p-Ксилол	4	4
1,3,5-Триметилбензол	2	0
1,2,4-Триметилбензол	2	0
1,2,3-Триметилбензол	3	0

Источник: Соорег и др, 1996

3.6 Деятельность военного судоходства

Выбросы от использования топлива для военных кораблей могут быть оценены посредством алгоритма аналогичного использованному для подхода Уровня 1 (см. подраздел 3.2). Вследствие особых характеристик операций, ситуаций и технологий (напр., авианосцы, весьма крупные вспомогательные силовые установки и нестандартных типов двигателя), связанных с военным судоходством, более подробный метод анализа данных поддерживается при наличии данных. Следовательно, составители инвентаризации должны проконсультироваться с военными экспертами для определения наиболее соответствующих коэффициентов выбросов для национальных военных водных перевозок.

Ввиду вопросов конфиденциальности (см. полноту и отчетность); многие составители инвентаризации могут иметь трудности при получении данных по количеству использованного топлива для военных целей. Военная деятельность определена как деятельность, использующая топливо, приобретаемое или поставляемое военным властям в данной стране. Следует использовать правила, определяющие гражданские национальные и международные операции во время судоходства для военных операций, если данные, требуемые для использования данных правил, сопоставимы и доступны. Данные об использовании топлива для военных целей должны быть получены от вооруженных сил правительства или поставщиков топлива. Если данные о разбивке топлива не доступны, все топливо, проданное для военных целей, должно рассматриваться как внутреннее (национальное).

Выбросы в результате многосторонних операций в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций не должны быть включены в национальные итоги; другие выбросы, связанные с операциями, должны быть включены в национальные итоговые оценки выбросов от водных перевозок одной или несколькими участвующими сторонами. Для национальных расчетов должно быть принято во внимание топливо, поставляемой для военных страны, а также топливо, поставляемое в пределах данной страны, но используемое военными других стран. Другие выбросы, связанные с операциями (напр., внедорожное наземное оборудование), должны быть включены в национальные итоговые оценки выбросов в соответствующей категории источников.

4 Качество данных

4.1 Полнота

Если для расчета величины расхода топлива и выбросов от судоходства используется подход Уровня 3, необходимо выполнить регулировки топлива в других соответствующих секторах, потребляющих топливо, чтобы сохранить общий национальный энергетический баланс. Последнее важно, если необходимо следовать общим отчетным критериям для страны в целом.

Если выполняется расчет оценок Уровня 1 и 2, методы должны быть согласованы с общим использованием топлива. Так как страны в целом имеют эффективные системы учета для измерения общей величины расхода топлива. Наибольший участок возможного неполного диапазона действия данной категории источников, по-видимому, связан с ошибкой в распределении выбросов от судоходства к другой категории источников. Например, в отношении малых судов с бензиновым двигателем могут возникнуть трудности при получении полных отчетов по использованию топлива, и о некоторых выбросах может быть сообщено как о промышленных выбросах (если промышленные компании используют малые суда), выбросах от прочего внедорожного передвижного или стационарного источника энергии. Оценки выбросов от водных перевозок должны включать не только топливо для морского судоходства, но также для пассажирских судов, паромов, прогулочных судов, прочих внутренних судов и прочих судов, заправляемых бензином.

Неорганизованные выбросы от перевозки ископаемого топлива должны быть оценены, и о них следует сообщить по категории НО 1.B.2.a.v Распределение нефтепродуктов. Большая часть неорганизованных выбросов происходит во время загрузки и разгрузки и, следовательно, рассчитаны по данной категории. Выбросы во время транспортировки считаются незначительными.

Кроме того, полнота может быть под вопросом, если военные данные являются конфиденциальными, если только использование топлива для военных целей не объединено с другой категорией источников.

Существуют дополнительные проблемы при разграничении между выбросами от национальных и международных перевозок. Поскольку источники данных в каждой стране являются уникальными для данной категории, невозможно сформулировать общее правило по методу выполнения распределения при отсутствии точных данных. Необходимо четко определить допущения, выполненные таким образом, чтобы можно было оценить вопрос полноты.

4.2 Проверка

Необходимо проводить проверки контроля качества. Ниже рассматриваются конкретные процедуры, соответствующие данной категории источников.

Сравнение выбросов с помощью альтернативных подходов

По мере возможности составитель инвентаризации должен сравнить оценки, определенные для судоходства посредством подходов Уровня 1 и Уровня 2. Составитель инвентаризации должен изучить и пояснить любые отклонения между оценками выбросов. Результаты таких сравнений должны быть зарегистрированы.

Обзор коэффициентов выбросов

Составитель инвентаризации должен убедиться, что исходный источник данных для национальных коэффициентов применим к каждой категории и что были выполнены проверки расчетов и точности полученных данных. Если существуют национальные коэффициенты выбросов, они должны использоваться при условии их надлежащего документирования. Для коэффициентов по умолчанию составитель инвентаризации должен убедиться, что коэффициенты применимы для этой категории соответствующим образом.

Если значения выбросов от военных кораблей были получены посредством данных, отличных от коэффициентов по умолчанию, составитель инвентаризации должен проверить точность расчетов и применимость, а также обоснованность данных.

Проверка данных по осуществляемой деятельности

Источник данных по осуществляемой деятельности должен быть изучен для обеспечения применимости и обоснованности для данной категории. По возможности, данные должны быть сравнены с историческими статическими данными по осуществляемой деятельности или результатам модели для поиска отклонений. Данные могут быть сопоставлены с показателями продуктивности, такими как, топливо на единицу пропускной способности судоходства в сравнении с другими странами. Например, Европейский тематический центр по атмосферному воздуху и изменению климата (ETC/ACC) Агентства по охране окружающей среды (ЕЕА) обеспечивают пригодный комплект данных в 2003г., http://air-climate.eionet.eu.int/databases/TRENDS/TRENDS_EU15_data_Sep03.xls, который представляет выбросы и грузопассажирский объем для каждого режима транспортировки для Европы. Информация по перевозкам является достаточно детализированной. К примерам таких показателей относятся: для судов тоннажем менее 3 000 GT диапазон показателя CO₂ от 0,09 до 0,16 кг CO₂/тонна-км; для более крупных судов в пределах 0,04 - 0,14 кг CO₂/тонна-км; и для пассажирских паромов, диапазон коэффициентов от 0,1–0,5 кг CO₂/пассажир-км.

Внешний анализ

Составитель инвентаризации должен проводить независимый объективный анализ расчетов, допущений или документации по инвентаризации выбросов для оценки эффективности программы контроля качества. Независимая оценка должна быть выполнена экспертом(ами) (напр., транспортными управлениями, судоходными компаниями и военным персоналом), который знаком с категорией источников и который имеет представление о требованиях инвентаризации.

4.3 Разработка согласованного временного ряда и повторный расчет

Необходимо определить потребление топлива, используя один метод для всех лет. Если это невозможно, сбор данных должен быть частично совмещен соответствующим образом, чтобы проверить согласованность используемых методов.

Выбросы NO_x, ТЧ, НМЛОС и СО будут зависеть от типа двигателя и технологии. Если коэффициенты выбросов, характерные для технологии, не разработаны, необходимо использовать аналогичный комплект коэффициентов выбросов топлива для всех годов.

Деятельности по уменьшению выбросов, вызывающие изменения в общей величине расхода топлива, будут легко отражены в оценках выбросов, если собраны фактические данные по деятельности с использованием топлива. Опции по уменьшению выбросов, которые влияют на коэффициенты выбросов, могут быть рассчитаны только посредством коэффициентов выбросов двигателя или при разработке допущений технологии контроля. Изменения в коэффициентах выбросов с течением времени должны быть зафиксированы документально.

Судовое дизельное топливо и флотский мазут – топлива, используемые, прежде всего, для крупных источников в судоходстве. Так как содержания серы и металлов данных топлив может изменяться с течением времени, источник содержания серы должен быть четко обозначен, а также даты испытания топлив.

4.3.1 Неопределенности

Entec (2002) обеспечивает оценку неопределенностей по коэффициентам выбросов, как указано в нижеследующей таблице.

Таблица 24 Расчетные неопределенности, указанные в процентном соотношении, связанном с коэффициентами выбросов

Параметр	в море	маневрирование	в порту
NO _x	±20%	±40%	±30%
SO _x	±10%	±30%	±20%
НМЛОС	±25%	±50%	±40%
ТЧ	±25%	±50%	±40%
Расход топлива	±10%	±30%	±20%

Примечание: Расчетные неопределенности при 95% доверительном интервале, указанного как относительный процент коэффициентов выбросов (в г/кВт.ч или кг/тонна топлива). Например, коэффициент выбросов NO_x в море имеет 20 % заданную относительную неопределенность, которая означает, что 95 % выбросов от судов будут находиться в пределах ± 20 % заданных коэффициентов. Источник: Entec (2002)

Значительная часть неопределенности в данных по оценке деятельности для выбросов от водных перевозок относится к сложности в разграничении между национальным и международным расходом топлива. С полными обзорными данными неопределенность может быть ниже (например, ±5 процентов), в то время как для оценок или неполных обзоров неопределенности могут быть значительными (например, ±50 процентов). Неопределенность будет колебаться в широких пределах в зависимости от страны, и ее обобщение будет затруднено. Комплекты глобальных данных могут быть применимы на данном участке, и предполагается, что отчетность будет улучшена для данной категории в будущем.

4.4 Координатная привязка

Центрам моделирования ЕМЕП не требуются весьма подробных и точных данных, поскольку координатные привязки ЕМЕП являются достаточно значительными (50*50 кв. км) и, следовательно, метод с использованием менее детальной информации может быть достаточным. Один подход может быть использованием статистических данных порта для получения времени в доке, умножение на коэффициент расхода топлива дока по категории судов (при необходимости), посмотреть, в каком месте суда функционируют на основе (образцовых) статистических данных по транспортировке и умножить на коэффициент расхода на морскую милю. Затем выбросы распределяются по прямой линии от пункта отправления до пункта назначения.

4.5 Отчетность и документация

Какая-то специфика отсутствует.

5 Список использованной литературы

Concawe, (1994): 'The contribution of sulphur dioxide emissions from ships to coastal deposition and air quality in the channel and southern north sea area'. Report No 2/94. The Oils Companies" European Organization for Environment and Health Protection. Brussels. (Pre-publications).

Cooper, D.A., K. Peterson and D. Simpson (1996), Atmospheric Environment, vol. 30, pp. 2463–2473, 1996.

Cooper, D.A., and Gustafsson, T. (2004). 'Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors'. Report series SMED and SMED&SLU 4.

Cooper D.A., (2005) HCB, PCB, PCDD and PCDF emissions from ships, Atmospheric Environment vol. 39,4901-4912, 2005.

EMEP, www.ceip.at/emission-data-webdab/emission-as-reported-by-parties/

Entec UK Limited (2002). 'Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community'. Final report July 2002.

Entec UK Limited (2005): 'Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments'. Contract No: 070501/2004/383959/MAR/C1 August 2005.

Entec UK Limited (2007). 'Ship Emissions Inventory – Mediterranean Sea, Final Report for Concawe', April 2007

EPA (1985). 'Compilation of Air Pollutant Emission Factors: Volume II: Mobile sources – Vessels AP-42', Fourth edition, September 1985.

Ex-Tremis (2008). Ex-Tremis — Ex-Tremis project — Maritime Inventory. For information see the website www.ex-tremis.eu/ and final report: Chiffi, Fiorello, Schrooten, De Vlieger, Ex-Tremis, 'Exploring non-road transport emissions in Europe', JRC-IPTS (2008).

International Maritime Organization, Ship's Routing. Fifth edition. International Maritime Organization. London, 1987.

IPCC (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC (1997). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. OECD.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Klokk, S.N. (1995). 'Measures for Reducing NO_x Emissions from Ships'. Marintek. Workshop on control technology for emissions from off-road vehicles and machines, ships and aircrafts, Oslo, 8–9 June 1995.

Lloyd's Register (1993). 'Marine Exhaust Emissions Research Programme: Phase II Transient Emission Trials'. Lloyd's Register Engineering Services, London.

Lloyd's Register (1995). 'Marine Exhaust Emissions Research Programme'. Lloyd's Register Engineering Services, London.

Marintek (1990). 'Exhaust gas emissions from international marine transport'. Norwegian Maritime Technology Research Institute, Trondheim, 1990.

MEET (1998). Spencer C. Sorensen (ed). 'Future Non-Road Emissions'. MEET deliverable No 25. The European Commission.

Stubberud, G. (1995). 'Proposed international requirements for reduction of emissions from ships'. From the Workshop on Control Technology for Emissions from Off-Road Vehicles and Machines, Ships and Aircraft, Oslo, June 8–9 1995.

Thomas Reed Publications, Reed's Marine Distance Tables. Seventh edition, Thomas Reed Publications Limited. Surrey, 1992.

Trozzi C., Vaccaro R. (1998). 'Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships', In: MEET, Methodologies for calculating Emissions and Energy consumption from Transport, European Commission, Transport Research Fourth Framework Programme Strategic Research DG VII, 1998.

Trozzi C., Vaccaro R. (2006). 'Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships: a 2006 update', Environment & Transport, 2nd International Scientific Symposium including 15th conference Transport and Air Pollution, Reims, France : 12–14 June 2006

Trozzi C. (2010). 'Update of Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation', Techne Consulting report ETC.EF.10 DD, May 2010. Available at: http://www.techne-consulting.com/images/stories/pubblicazioni/ETC.EF.092_DD_Rev.1.pdf [accessed 10 December 2010].

U.S. Environmental Protection Agency, 'Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories', Final Report Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by ICF International, April 2009

Winther, M., and Nielsen O. 2006. 'Fuel use and emissions from non road machinery in Denmark from 1985–2004 — and projections from 2005–2030'. Environmental Project 1092. The Danish Environmental Protection Agency, pp. 238. Available at: www.mst.dk/udgiv/Publications/2006/87-7052-085-2/pdf/87-7052-086-0.pdf

Winther, M. 2008a. Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990–2005 — and projections from 2006–2030. Technical report from NERI No 650, pp. 109. Available at: www2.dmu.dk/Pub/FR650.pdf

Winther 2008b. 'New national emission inventory for navigation in Denmark', Atmospheric Environment, Volume 42, Issue 19, June 2008, pp. 4632–4655

6 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по транспорту, работающей в рамках Целевой группы по инвентаризации и прогнозу выбросов. О том, как связаться с сопредседателями ЦГИПВ вы можете узнать на официальном сайте ЦГИПВ в Интернете (www.tfeip-secretariat.org/).

Приложение А: Фракции ЧУ от выбросов ТЧ в результате судоходства

С целью сохранения согласованности во всем тексте Руководства, следует отметить, что используемые здесь коэффициенты выбросов, взятые из научной литературы, представляют элементарный углерод (ЭУ), и эти значения принимаются равными коэффициентам ЧУ.

В таблице А1 представлен краткий обзор девяти исследований, подходящих в качестве источников для данных о фракциях ЧУ от выбросов ТЧ (f-ЧУ) в результате судоходства. Во всех исследованиях сообщается о результатах выбросов от измерений одного двигателя, за исключением одного исследования, результаты которого получены от измерения характеристик излучения факела большого количества судов. Помимо фракций f-ЧУ для каждого исследования перечислены типы судов, топлива и характеристики двигателя, например, такие, как класс скорости двигателя, такт и размер двигателя, а также условия выборки выбросов ТЧ в соответствии с доступной информацией. Некоторые из следующих источников также приводят цифры для органического углерода (ОУ), которые могут являться вводными данными для дальнейшей оценки фракций ОУ ТЧ (f-ОУ).

В **Agrawal (2010)** сообщается о результатах измерения ТЧ (включая гидратированный сульфат), ЭУ и ОУ из данного конкретного исследования и предшествующих измерений, задокументированных в **Agrawal (2008a и 2008b)**. В Agrawal et al. (2010) ЭУ интерпретируется как ЧУ для всех трех исследований.

В **Petzold (2010)** сообщается о результатах измерения ТЧ (включая гидратированный сульфат), а также ЭУ, ОУ, ОВ и SO_4^{2-} . Кроме того, в Petzold приводится таблица общих результатов других исследований измерений с соответствующими измерениями ТЧ и ЧУ, из которых необходимо получить f-ЧУ. Перечислены результаты ТЧ из **Murphy et al. (2009)**, включая гидратированный сульфат. Перечислены результаты ТЧ из Lack et al. (2009), основанные на измерении характеристик излучения факела, не включая гидратированный сульфат. В последнем исследовании объясняется, почему доли ЧУ стали очень высокими в Lack et al. (2009), как показано в таблице А1.

В вышеупомянутом исследовании **Murphy et al. (2009)** более подробно сообщается об измерениях общего количества ТЧ (включая гидратированный сульфат), ЭУ, ОУ и сульфата (SO_4). Также показано рассчитанное значение гидратированного сульфата ($H_2SO_4 \cdot 6,5H_2O$). Результаты для ЭУ, указанные в Murphy et al. (2009), интерпретированы как ЧУ в Petzold et al. (2010).

В **Lack et al. (2009 и 2011)** сообщается об измерении характеристик излучения факела общего количества ТЧ, исключая золу или воду, связанную SO_4 , а также о SO_4 , ПОС (полициклическое органическое соединение) и ЧУ. Как было сказано выше, доли ЧУ ТЧ, взятые из Lack et al. (2009, 2011), в общем высоки по сравнению с измерениями в других исследованиях. Высокие доли выбросов ЧУ можно объяснить тем, что соответствующие выбросы ТЧ не включают водосвязный SO_4 . В Lack et al. (2009) получены результаты выбросов от излучения факела 211

коммерческих судов во время обширных контрольно-измерительных мероприятий. В Lack et al. (2011) выбросы измеряются от одного судна до и после переключения между малосернистым и высокосернистым топливом.

В Lack et al (2009) сообщается о значениях f-ЧУ, полученных в результате измерений, указанных в **Petzold et al. (2004)** и **Kasper et al. (2007)**.

Всесторонний анализ литературных источников был выполнен в Lack and Corbett (2012), где дается оценка влияния на выбросы нагрузки двигателя, качества топлива и выхлопных газов после систем очистки для двигателей, используемых в судоходстве. Хотя в работе Lack and Corbett (2012) содержится много подробной информации о выбросах ЧУ от корабельных двигателей, данные об общем количестве выбросов ТЧ не включены в анализ литературных источников. Поэтому невозможно получить согласующиеся данные о фракциях f-ЧУ ТЧ из данного источника.

Полученные данные о фракциях f-ЧУ, а также характеристики судна, топлива, двигателя и условия выборки, взятые из вышеупомянутых исследований, перечислены в следующей таблице А1.

Таблица А1 Фракции ЧУ от выбросов ТЧ из соответствующих исследований

Ссылка	Судно	Топливо ^а	Двигатель ^б	Такты	Размер		
					(кВт)	Пробы f-ЧУ	
Petzold et al. (2004)	-	HFO	SS				0,07
Kasper et al. (2007)	Танкер	HFO	SS	Двухтактный	8 500	-	0,17
	Танкер	MDO	SS	Двухтактный	8 500	-	0,17
Lack et al. (2009)		HFO	SS			Факел	0,12
		MDO	MS			Факел	0,40
		MDO	HS			Факел	0,22
		MDO, сред				Факел	0,31
Lack et al. (2011)		HFO	SS			Факел	0,06
		MDO	SS			Факел	0,33
Agrawal et al. (2008a)	Контейнер	HFO	SS	Двухтактный	50 270	8178-1	0,01-3
Agrawal et al. (2008b)	Танкер	HFO	SS	Двухтактный	15 750	8178-1	0,01-1
Agrawal et al. (2010)	Контейнер	HFO	SS	Двухтактный	54 840	8178-4	0,003
Murphy et al. (2009)	Контейнер	HFO	SS	Двухтактный	54 840	8178-1	0,003
Petzold et al. (2010)	-	HFO	MS	Четырехтактный	10 000		0,02-6

а: HFO: тяжелое нефтяное топливо; MDO: дизельное топливо

б: SS: Тихоходный; MS: Средней быстроходности; HS: Быстроходный

Заключение

Предлагается использовать фракции f-ЧУ, полученные от измерения характеристик излучения факела, представленного в Lack et al. (2009), и разделять только различные типы топлива. Основная причина выбора данных из Lack et al. (2009) в том, что последнее исследование является наиболее полным, т.к. в нем исследованы выбросы от 211 коммерческих судов. И, наоборот, в остальных вышеупомянутых исследованиях измерены выбросы от двигателей одного типа. Данные для низкоскоростных двигателей из Lack et al. (2009) используются для представления тяжелого нефтяного топлива (f-ЧУ = 0,12) в главе руководства по судоходству, в то время как среднее значение выбросов для среднескоростных двигателей и высокоскоростных

двигателей используется для представления флотского мазута ($f\text{-ЧУ} = 0,31$). Диапазон неопределенности $\pm 20\%$ для коэффициента выбросов ЧУ приводится в Lack et al. (2009), диапазон неопределенности данного коэффициента выбросов также применяется в Руководстве.

В таблице A2 перечислены таблицы в главе руководства по судоходству, в которых содержится информация о фракции $f\text{-ЧУ}$. Эти фракции необходимо потом совмещать с существующими коэффициентами ТЧ в Руководстве для определения итогового коэффициента выбросов ЧУ в каждом случае.

Таблица A2 Таблицы руководства, в котором содержатся данные о фракциях $f\text{-ЧУ}$

Таблица №	Уровень	Подробности	ЧУ: источник данных о ТЧ
3-1	1	HFO	Настоящая заметка; $f\text{-ЧУ} = 0,12$
3-2	1	MGO	Настоящая заметка; $f\text{-ЧУ} = 0,31$
3-3	1	Бензин (лодки)	Winther et al. (2011); $f\text{-ЧУ} = 0,05$
3-4	2	Тип двигателя x тип топлива	Настоящая заметка; HFO: 0,12, MGO: 0,31
3-5	2	Лодки (D/G2/G4) x тип топлива	Winther et al. (2011); дизельное топливо: 0,55, бензин: 0,05
3-9	3	Фаза x тип двигателя x тип топлива	Настоящая заметка; HFO: 0,12, MGO: 0,31
3-10	3	Фаза x тип двигателя x тип топлива	Настоящая заметка; HFO: 0,12, MGO: 0,31
3-11	3	Лодки (D/G2/G4) x тип судна x тип топлива	Winther et al. (2011); дизельное топливо: 0,55, бензин: 0,05

Для лодок на дизельном топливе $f\text{-ЧУ} = 0,55$ берется из стандартных автомобильных двигателей дорожного транспорта, доступных из модели КОПЕРТ. Для лодок на бензине $f\text{-ЧУ} = 0,05$ берется из Winther and Nielsen (2011) на основе информации Kupiainen and Klimont (2004).

Список благодарностей от авторов

Выражаем благодарность Андреас Петзолд, DLR, за технические переговоры во время данного проекта

Список использованной литературы

Agrawal, H., Malloy, Q. G. J., Welch, W. A., Wayne Miller, J., and Cocker III, D. R, 2008a.: In-use gaseous and particulate matter emissions from a modern ocean going container vessel, Atmos. Environ., 42, 5504–5510, doi:10.1016/j.atmosenv.2008.02.053, 2008.

Agrawal, H., W. A. Welch, J. W. Miller, and D. R. Cocker (2008b), Emission measurements from a crude oil tanker at sea, Environ. Sci. Technol., 42, 7098–7103, doi:10.1021/es703102y.

Agrawal, H., Welch, W. A., Henningsen, S., Miller, J. W., and Cocker, D. R., III: Emissions from main propulsion engine on container ship at sea, J. Geophys. Res., 115, D23205, doi:10.1029/2009jd013346, 2010.

Kasper, A., Aufdenblatten, S., Forss, A., Mohr, M. & Burtscher, H., 2007: Particulate emissions from a low-speed marine diesel engine, Aerosol Sci. Technol., 41, 24– 32, doi:10.1080/02786820601055392.

Kupiainen, K. & Klimont, Z., 2004: Primary emissions of submicron and carbonaceous particles in Europe and the potential for their control. Interim Report IR-04-079. IIASA, Austria, 115pp.

Lack, D., Corbett, J., Onasch, T., Lerner, B., Massoli, P., Quinn, P.K., Bates, T.S., Covert, D.S., Coffman, D., Sierau, B., Herndon, S., Allan, J., Baynard, T., Lovejoy, E., Massoli, P., Ravishankara, A.R. & Williams, E., 2009: Particulate emissions from commercial shipping: Chemical, physical and optical properties, Journal of Geophysical Research, Vol. 114, D00F04, doi:10.1029/2008JD011300, 2009.

Lack, D. A., Cappa, C. D., Langridge, J., Bahreini, R., Buffaloe, G., Brock, C., Cerully, K., Coffman, D., Hayden, K., Holloway, J., Lerner, B., Massoli, P., Li, S.-M., McLaren, R., Middlebrook, A. M., Moore, R., Nenes, A., Nuaaman, I., Onasch, T. B., Peischl, J., Perring, A., Quinn, P. K., Ryerson, T., Schwartz, J. P., Spackman, R., Wofsy, S. C., Worsnop, D., Xiang, B., and Williams, E.: Impact of fuel quality regulation and speed reductions on shipping emissions: implications for climate and air quality, *Environ. Sci. Technol.*, 45, 9052–9060, doi:10.1021/es2013424, 2011.

Lack, D., Corbett, J.J., 2012: Black carbon from ships: a review of the effects of ship speed, fuel quality and exhaust gas scrubbing, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 3509–3554, 2012, doi:10.5194/acpd-12-3509-2012.

Murphy, S.M, Agrawal, H., Soroosian, A., Padró, L.T., Gates, h., Hersey, S., Welch, W.A., Jung, H., Miller, J.W., COCKER I I I, D.R., Nenes, A., Jonsson, H.H., Flagan, R.C., Seinfeld, J.H. 2009: Comprehensive Simultaneous Shipboard and Airborne Characterization of Exhaust from a Modern Container Ship at Sea, *Env. Sci. & Technology/* vol. 43, no. 13.

Petzold, A., et al. 2004: Particle emissions from ship engines, *J. Aerosol Sci.*, 35(suppl. 1), S1095–S1096.

Petzold, A., Lauer, P., Fritsche, U., Hasselbach, J., Lichtenstern, M., Schlager, H., and Fleischer, F.: Operation of marine diesel engines on biogenic fuels: modification of emissions and resulting climate effects, *Environ. Sci. Technol.*, 45, 10394–10400, doi:10.1021/es2021439, 2011.

Petzold, A., Weingartner, E., Hasselbach, J., Lauer, A., Kurok, C., and Fleischer, F.: Physical properties, chemical composition, and cloud forming potential of particulate emissions from a marine diesel engine at various load conditions, *Environ. Sci. Technol.*, 44, 3800–3805, 2010.

Winther, M.; Nielsen, O.-K.: Technology dependent BC and OC emissions for Denmark, Greenland and the Faroe Islands calculated for the time period 1990-2030. *Atmospheric Environment* 45 (2011), s. 5880-5895.