

Категория		Название
НО:	1.А.3.с	Железнодорожные перевозки
ИНЗВ:	080200	Железнодорожные перевозки
МСОК:		
Версия	Руководство 2009	

Основные авторы

Джон Норрис, Леонидас Нтзиахристос

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

Зиссис Самарас, Карл-Хайнц Зирок

Оглавление

1	Общие сведения.....	3
2	Описание источников.....	3
2.1	Описание процесса.....	3
2.2	Методики	3
2.3	Выбросы.....	4
2.4	Средства регулирования.....	4
3	Методы	6
3.1	Выбор метода	6
3.2	Методология Уровня 1 общего расхода топлива.....	7
3.3	Методология Уровня 2 расхода топлива различными типами локомотивов	8
3.4	Подход Уровня 3 по использованию особых локомотивов	11
4	Качество данных.....	14
4.1	Полнота	14
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами.....	14
4.3	Проверка	14
4.4	Разработка согласованных временных рядов и повторный расчет.....	14
4.5	Оценка неопределенности.....	15
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК.....	15
4.7	Координатная привязка	16
4.8	Отчетность и документация	16
5	Глоссарий	16
6	Список цитированной литературы	17
7	Наведение справок	18

1 Общие сведения

Данная глава рассматривает выбросы от железнодорожного транспорта, являющегося передвижным источником выбросов, и затрагивает грузоперевозки и пассажироперевозки. Железнодорожные локомотивы делятся на три типа: дизельные тепловозы, электровозы и очень редко паровозы.

Дизельные тепловозы используют только дизельные двигатели для тягового усилия или в сочетании с встроенным преобразователем или генератором для выработки электричества, которое приводит в действие тяговые электродвигатели (дизель-электрические). Данные локомотивы входят в три категории:

- маневровые локомотивы,
- автодрезины,
- локомотивы для междугородных перевозок.

Электровозы приводятся в действие от электричества, вырабатываемого стационарными силовыми установками, а также иными источниками. Данная глава не включает не прямые выбросы от локомотивов, они учтены в главе 1.А.1 Энергетические отрасли промышленности, т.е. они включены в стационарные установки сжигания.

Паровозы используются только на местном уровне, прежде всего для развлечения туристов и их процент выбросов ничтожно мала.

Значимость данного сектора является незначительной для стран, где имеются небольшие железнодорожные сети или используется большой процент двигателей с электроприводом или является умеренно важной. Для последней группы выбросы от железнодорожных перевозок включают сжигание топлива для передвижения поездов. Наиболее важными загрязнителями от железнодорожного транспорта являются SO_2 , NO_x , CO_2 и твердые частицы и более мелкие, но также значение имеют выбросы CO , НМЛОС (неметановых летучих органических соединений) и некоторых металлов.

2 Описание источников

2.1 Описание процесса

Выброс выхлопных газов железнодорожным транспортом происходит при сжигании жидкого топлива в дизельных двигателях и твердого или жидкого топлива в паровых двигателях для обеспечения силы тяги, как показано на технологической схеме на Рисунке 2-1. Различные типы двигателей рассмотрены в подразделе 2.2.

2.2 Методики

Дизельные двигатели являются главным видом силового оборудования, используемого в железнодорожной промышленности. Двигатели могут устанавливаться на трех различных видах силовых установок, а именно:

маневровые локомотивы – данные локомотивы используются для маневрирования вагонов. Они оснащены дизельными двигателями, выходная мощность которых, обычно составляет от 200 до 2000 л.с.

автодрезины - автодрезины в основном используются для передвижения на короткие расстояния, например по городу/в пригороде.

Они оснащены дизельными двигателями, выходная мощность которых составляет примерно 150-1000 кВт;

локомотивы для междугородных перевозок – локомотивы используются для перевозки грузов и пассажиров на большие расстояния. Они оснащены дизельными двигателями, выходная мощность которых составляет примерно 400-4000 кВт ⁽¹⁾.

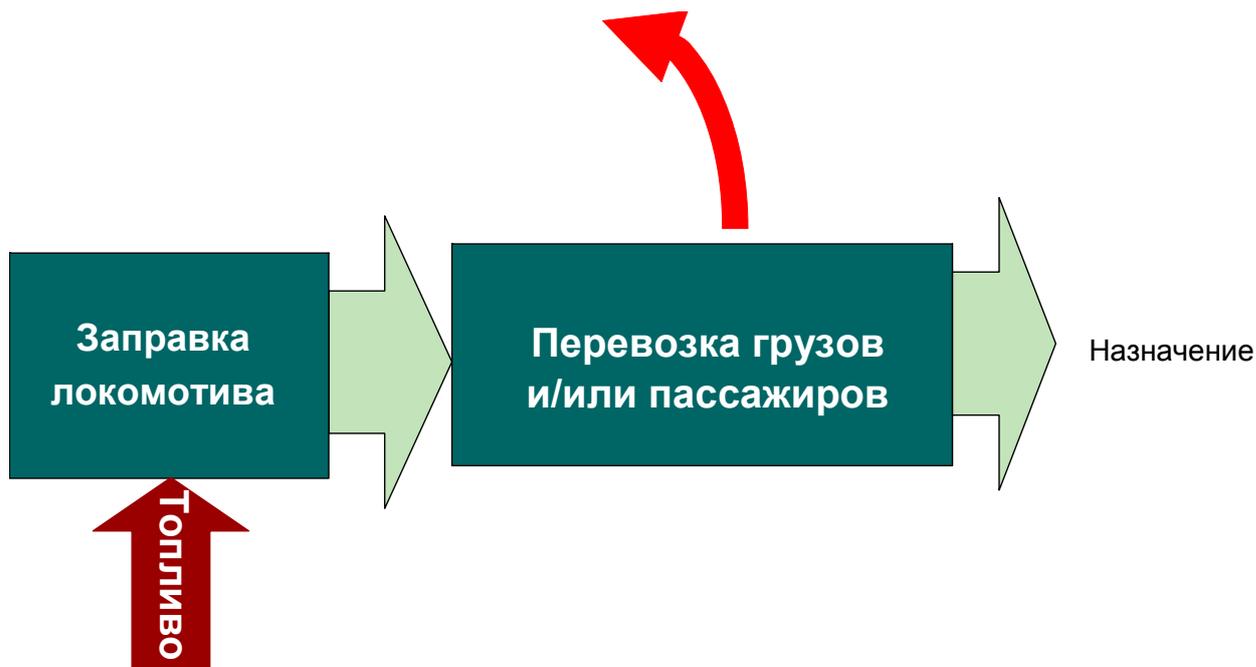


Рисунок 2-1 Технологическая схема распределения выбросов, образующихся при горении, начиная с железнодорожного транспорта и заканчивая передвижными источниками.

Имеется два вида топлива, используемого в дизельных двигателях, на железнодорожном транспорте. Первый - это легкое дизельное топливо, которое является среднестиглятным топливом, которое имеет высокую плотность и содержание серы. Другой вид – это стандартное дизельное топливо, подобное тому, которое используется для дорожного транспорта. Топливо имеет низкую плотность и содержание серы. Подробнее характеристики топлива даны в подразделе 2.4 настоящей главы.

Поскольку паровозы в настоящее время используются очень редко, уголь использовался в значительной пропорции только для некоторых стран до 90-х годов. Для полноты их выбросы должны быть оценены при помощи подхода, который используется для стандартных паровых котлов, которые включены в стационарные источники сжигания в главе 1.А.4 Малое сжигание.

2.3 Выбросы

Выбросы во время железнодорожных перевозок образуются при сжигании топлива в двигателях внутреннего сгорания. Следовательно, основными загрязнителями являются загрязнители, образующиеся от дизельных двигателей, подобным тем, которые используются для дорожной техники. Среди основных: CO₂, PM и NO_x, а также небольшое количество CO и углеводорода с SO_x и тяжелые металлы, образующиеся из-за содержания серы и металлов в топливе, соответственно.

2.4 Средства регулирования

Газообразные выбросы можно регулировать с помощью двух механизмов: регулирования технологии сжигания, которую можно сочетать с газоочисткой, и регулирования качества топлива. Оба метода используются в железнодорожном транспорте.

⁽¹⁾ (EMEP CORINAIR 'Руководство по инвентаризации выбросов — 2005 Европейское агентство по защите окружающей среды' Технический отчет № 30. Копенгаген, Дания, (декабрь 2005), имеющиеся на сайте: http://reports.eea.eu.int/EMEP_CORINAIR4/en

Имеется ряд технических технологий регулирования, в том числе рециркуляция выхлопных газов (EGR) и селективное каталитическое восстановление (SCR), для регулирования выбросов NO_x и сажевые фильтры дизельных двигателей (DPF) для регулирования выбросов РМ. Данные технологии наиболее подходят для дизельных двигателей, используемых на дорожной технике (особенно на транспортных средствах большой грузоподъемности). Тем не менее, постепенно они адаптируются к железнодорожному транспорту для соответствия обязательным стандартам по выбросам.

В Европе выбросы от железнодорожного транспорта регулируются директивами по внедорожной передвижной технике (NRMM). Первым уровнем, используемом на железнодорожном транспорте, является Уровень IIIА (Директива 2004/26/ЕС) с локомотивами, которые были исключены из ранней версии директив NRMM (например, 97/68/ЕС). Директива ЕС 2004/26/ЕС проводит различие между двигателями, используемыми на дрезинах и локомотивами, а также дает поэтапные предельные нормы по NO_x , РМ, СО и углеводородам, известные как Уровень IIIА и Уровень IIIВ. Даты по внедрению данных предельных норма даны в Таблице 2-1.

Таблица 2-1 Даты по внедрению Директивы ЕС 2004/26/ЕС в соответствии с типом двигателя (Р=полезная мощность двигателя)

	Уровень IIIА	Уровень IIIВ
Дрезины, $P > 130$ кВт	1.1.2006	1.1.2012
Локомотивы, $130 \text{ кВт} < P < 560 \text{ кВт}$	1.1.2006	1.1.2012
560 кВт < P	1.1.2008	1.1.2012

Другие предельные нормы, известные как Уровень IV, указаны для некоторого оборудования NRMM, но все еще обсуждаются для двигателей, используемых на железнодорожном транспорте.

Ресурс большинства локомотивов – примерно 30 лет ⁽²²⁾. На некоторых из них, особенно дрезинах, приходится часто менять двигатели. Тем не менее, поскольку замена локомотива происходит нечасто, периодически (а не постоянно, как на дорожном транспорте). Медленные темпы товарооборота и соответствующая медленная поставка новых двигателей на рынок означает, что новые директивы NRMM начнут оказывать влияние на выбросы не ранее, чем в 2010 году.

Качество дизельного топлива для внедорожной техники также регулируется. В Европе содержание серы в топливе, используемом на внедорожной технике, регулируется директивой (1999/32/ЕС) по содержанию серы в жидком топливе (SCLF). Предельные нормы по содержанию серы в жидком топливе по массе составляют менее 0,2 % от 2000 г. и 0,1 % от 2008 г. Тем не менее, во многих странах стандартное дизельное топливо для дорожного транспорта используется и на железнодорожном транспорте, как правило (Hill и др., 2005). Дизельное топливо дорожного транспорта регулируется Директивой 2003/17/ЕС (с поправками Директивы 98/70/ЕС), которая определяет максимальную предельную норму серы 50 частей на миллион (по массе) от 2005 г., которая понизилась до 10 частей на миллион (по массе) от 2009 г. Перевозчики такие как DB в Германии или Swedish Railways используют < 10 частей на миллион дизеля на своем транспорте. Топливо с низким содержанием серы в любом случае обязательно должно подвергаться современной системе контроля выбросов, указанной в Директиве 2004/26/ЕС. Переход с газойля на дизельное топливо может потребовать значительных доработок в двигателе из-за низкого смазочного свойства и вязкости последнего. Что касается выбросов других загрязняющих веществ, не понятно какой эффект может вызвать новое топливо. В основном, известно, что снижается плотность, повышается количество РМ и количество выбросов NO_x . Считается, что это возникает также на локомотивах.

⁽²²⁾ Исследование дизельного топлива для железнодорожного транспорта — Комплекс работ 1, Состояние и будущее развитие парка, Markus Halder, Andreas Löchter, DB AG, отчет в UIC, июль 2005.

Другое топливо, которое начинают использовать на локомотивах, это биодизельное топливо и природный газ. Тем не менее, их доля незначительна среди общего количества выбросов.

3 Методы

3.1 Выбор метода

На рисунке 3-1 представлена процедура выбора методов для оценки выбросов от железнодорожной техники. Это дерево принятия решений применимо ко всем странам. Его основными концепциями являются нижеследующие:

- Если доступна подробная информация, необходимо ее использовать;
- Если категория источников является ключевой категорией, то для оценки выбросов следует использовать метод уровня 2 или уровня 3.

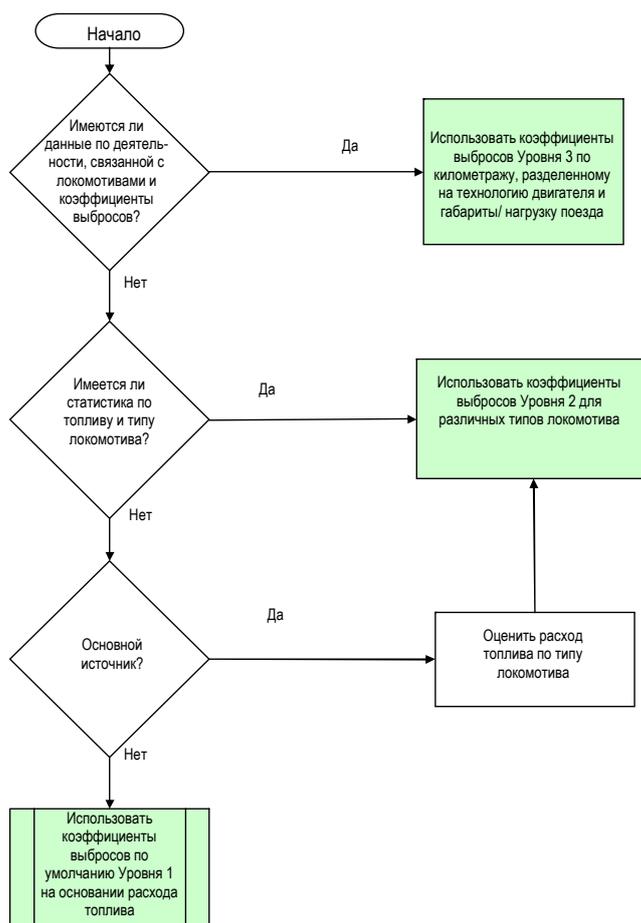


Рисунок 3-1 Дерево принятия решений по выбросам от железнодорожного транспорта

3.2 Методология Уровня 1 общего расхода топлива

3.2.1 Алгоритм

Метод Уровня 1 для железнодорожного транспорта является методологией расхода топлива и использует следующее уравнение:

$$E_i = \sum_m FC_m \times EF_{i,m} \quad (1)$$

где:

E_i = выбросы загрязняющего вещества i на период, который указан в инвентаризации (кг или г),

FC_m = расход топлива m на рассматриваемый период и зону (тонны),

EF_i = коэффициент выбросов загрязняющего вещества i по каждому используемому типу топлива m (кг/тонны),

m = тип топлива (дизельное топливо, газойль).

Коэффициенты выбросов Уровня 1 (EF_i) допускают среднюю технологию для железнодорожного парка локомотивов. Для выбросов CO_2 , SO_2 и тяжелых металлов коэффициенты выбросов рассчитываются, допуская, что углерод в топливе полностью окисляется до CO_2 , а сера и тяжелые металлы в топливе в количественном отношении выбрасываются в атмосферу.

3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1 представлены в Таблице 3-1. Они рассматриваются как для дизельного топлива, так и для газойля.

Выбросы SO_2 могут быть рассчитаны при помощи следующего уравнения:

$$E_{SO_2} = 2 \times \sum_m k_{s,m} \times FC_m \quad (2)$$

где:

E_{SO_2} = выбросы двуокиси серы на период, указанный в инвентаризации [кг],

$k_{s,m}$ = содержание серы в топливе (% по массе).

Стандартное содержание серы в газойле – 0,1% по массе и в дизельном топливе 0,005 % по массе. Точные значения могут быть предоставлены железнодорожными перевозчиками в каждой стране.

3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Подход Уровня 1 использует объемы продаж топлива, как масштаб деятельности. Это основывается на предположении, что имеются данные по объему топлива, проданного для железной дороги, чаще всего данные можно получить из национальной статистики по продажам или по объемам хранения топлива в железнодорожных депо. Это также позволяет предполагать, что объем проданного топлива в год является объемом израсходованного топлива в год. Касательно Уровня 1 разделение по газойлю и дизельному топливу требуется только для расчета выбросов SO_2 . Все другие коэффициенты выбросов считаются одинаковыми для двух видов топлива.

Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для железнодорожного транспорта

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.3.с	Железнодорожные перевозки			
Топливо	Газойль/Дизельное топливо				
Не оценено	SO _x , Pb, Hg, As, PCDD/F, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, HCB, PCP, SCCP				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	52.4	кг/т топлива	25	93	Агрегированный метод Уровня 2
CO	10.7	кг/т топлива	6	19	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
НМЛОС	4.65	кг/т топлива	2	8	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
NH ₃	0.007	кг/т топлива	0.004	0.012	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
TSP	1.52	кг/т топлива	3	23	Агрегированный метод Уровня 2
PM ₁₀	1.44	кг/т топлива	2	16	Агрегированный метод Уровня 2
PM ₂₅	1.37	кг/т топлива	2	14	Агрегированный метод Уровня 2
Cd	0.01	г/т топлива	0.003	0.025	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Cr	0.05	г/т топлива	0.02	0.2	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Cu	1.7	г/т топлива	0.5	4.9	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Ni	0.07	г/т топлива	0.02	0.2	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Se	0.01	г/т топлива	0.003	0.025	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Zn	1	г/т топлива	0.3	2.5	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Benzo(a)pyrene	0.03	г/т топлива	0.01	0.1	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Benzo(b)fluoranthene	0.05	г/т топлива	0.02	0.2	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
(*) CO ₂	3140	кг/т топлива	3120	3160	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Benz(a)anthracene	0.08	г/т топлива	0.03	0.2	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006
Dibenzo(a,h)anthracene	0.01	г/т топлива	0.004	0.03	Руководство ЕМЕП CORINAIR 3.2/2006

Примечания

Коэффициенты выбросов B(k)f & Indeno (1,2,3-cd) pyrene и диоксинов не представлены среди выбросов от железнодорожного транспорта. Следовательно, рекомендуется использовать значения, соответствующие старой технологии для транспортных средств большой грузоподъемности, взятые в главе Выбросы выхлопных газов от дорожного транспорта (1.А.3.b.iii).

3.3 Методология Уровня 2 расхода топлива различными типами локомотивов

3.3.1 Алгоритм

Метод Уровня 2 основан на разделении общего расхода топлива железнодорожным транспортом по различным типам локомотивов. Предполагается, что топливо может быть разделено при помощи статистики по количеству локомотивов, типам и средней частоте использования, например по отчетам о техническом обслуживании локомотивов. Для данного метода используется алгоритм:

$$E_i = \sum_m \sum_j (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}) \quad (3)$$

где:

- E_i = выбросы загрязняющего вещества i на период, который указан в инвентаризации (кг или г),
- $FC_{i,m}$ = расход топлива m на рассматриваемый период и зону j (тонны),
- $EF_{i,j,m}$ = коэффициент выбросов загрязняющего вещества i по каждому используемому типу топлива m (кг/тонны),
- m = тип топлива (дизельное топливо, газойль),
- j = тип локомотива (маневровый электровоз, дрезина, локомотивы для междугородных перевозок).

3.3.2 Средние коэффициенты выбросов по типам локомотивов

Коэффициенты выбросов взяты из данных по исследованию дизельного топлива, используемого на железнодорожном транспорте UIC (Halder и др. 2005). Данное исследование дает оценку дизельного локомотивного парка в Европе и средние коэффициенты выбросов. Коэффициенты выбросов Уровня 2 рассчитываются с учетом диапазона мощности двигателей по каждому типу локомотивов и на основании среднего распределения продолжительности срока службы. По некоторым загрязняющим веществам не даны коэффициенты выбросов, они должны быть адаптированы по коэффициентам выбросов для дорожной техники большой грузоподъемности.

Таблица 3-2 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для локомотивов для междугородных перевозок

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.3.с	Железнодорожные перевозки			
Топливо	Газойль/Дизельное топливо				
ИНЗВ (если применимо)	080203	Локомотивы			
Технологии/методики	Локомотивы для междугородных перевозок				
Региональные условия	НЕТ ДАННЫХ				
Технологии снижения загрязнений	НЕТ ДАННЫХ				
Не оценено	SO _x , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/F, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, HCB, PCP, SSCP				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	63	кг/т	29	93	Haider и др. 2005
CO	18	кг/т	5	21	Примечание 1
НМЛОС	4,8	кг/т	2	9	Примечание 1
NH ₃	10	г/т	НЕТ ДАННЫХ	НЕТ ДАННЫХ	Примечание 3
TSP	1,8	кг/т	0,32	6	Примечание 2
PM ₁₀	1,2	кг/т	0,45	3	Haider и др. 2005
PM _{2,5}	1,1	кг/т	0,42	3	Примечание 2
(*) N ₂ O	24	г/т	НЕТ ДАННЫХ	НЕТ ДАННЫХ	Примечание 3
(*) CO ₂	3140	кг/т	3120	3160	Баланс углерода
(*) CH ₄	182	г/т	77	350	Примечание 1

Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для маневровых локомотивов

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.3.С	Железнодорожные перевозки			
Топливо	Газойль/Дизельное топливо				
ИНЗВ (если применимо)	080201	Маневровые локомотивы			
Технологии/методики	Маневровые локомотивы				
Региональные условия	НЕТ ДАННЫХ				
Технологии снижения загрязнений	НЕТ ДАННЫХ				
Не оценено	SO _x , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/F, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, HCB, PCP, SSCP				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	54,4	кг/т	27	85	Haider и др. 2005
CO	10,8	кг/т	2	18	Примечание 1
НМЛОС	4,6	кг/т	1	8	Примечание 1
NH ₃	10	г/т	0	0	Примечание 3
TSP	3,1	кг/т	0,75	5	Примечание 2
PM ₁₀	2,1	кг/т	0,53	4	Haider и др. 2005
PM _{2,5}	2	кг/т	0,5	4	Примечание 2
(*) N ₂ O	24	г/т	0	0	Примечание 3
(*) CO ₂	3190	кг/т	726	5335	Баланс углерода
(*) CH ₄	176	г/т	41	297	Примечание 1

Таблица 3-4 Коэффициенты выбросов Уровня 2 для дрезин

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
Категория источника НО	Код	Название			
Категория источника НО	1.А.3.С	Железнодорожные перевозки			
Топливо	Газойль/Дизельное топливо				
ИНЗВ (если применимо)	080202	Дрезины			
Технологии/методики	Дрезины				
Региональные условия	НЕТ ДАННЫХ				
Технологии снижения загрязнений	НЕТ ДАННЫХ				
Не оценено	SO _x , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCDD/F, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
Не применяется	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCB, HCB, PCP, SSCP				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	39.9	кг/т	22	78	Haider и др. 2005
CO	10.8	кг/т	6	20	Примечание 1
НМЛОС	4.7	кг/т	2	8	Примечание 1
NH ₃	10	г/т	0	0	Примечание 3
TSP	1.5	кг/т	0.24	9	Примечание 2
PM ₁₀	1.1	кг/т	0.28	4	Haider и др. 2005
PM _{2.5}	1	кг/т	0.26	3	Примечание 2
(*) N ₂ O	24	г/т	0	0	Примечание 3
(*) CO ₂	3140	кг/т	3120	3160	Баланс углерода
(*) CH ₄	179	г/т	93	321	Примечание 1

Примечания

1. Взяты коэффициенты выбросов Уровня 2 с учетом диапазона мощности двигателей и расхода топлива, как указано в отчете Halder и др. 2005.
2. Коэффициенты выбросов PM₁₀ взяты из отчета Halder и др. 2005. PM_{2.5} рассчитаны от 95 % PM₁₀ и PM₁₀ рассчитаны от 95 % TSP.
3. Взяты из коэффициентов выбросов для дорожной техники большой грузоподъемности (1.А.3.b.iii)
4. POP, тяжелые металлы и SO₂: использовать методы и коэффициенты выбросов Уровня 1

3.3.3 Данные по осуществляемой деятельности

Данные по разделению расхода топлива по различным типам локомотивов, возможно, могут быть не доступны. Вместо количества локомотивов и среднего расхода топлива (литров в год) потребуются данные депо. Метод Уровня 2 требует, чтобы национальная статистика по расходу топлива разделялась по типу локомотива, чтобы применять три различных группы коэффициентов выбросов. Если данный уровень информации недоступен в национальной статистике, он может быть получен на основании количества и средней наработки в год каждого локомотива, применяя коэффициенты расхода топлива в Таблице 3-5 ниже.

Таблица 3-5 Расход топлива по различным типам локомотивов

Категория	Расход топлива	Единицы
Локомотивы для междугородных перевозок	219	кг/ч
Маневровые локомотивы	90.9	кг/ч
Дрезины	53.6	кг/ч

Данные по количеству локомотивов и наработки можно взять из статистики по железнодорожному транспорту, железнодорожным компаниям, графику движения или в национальном железнодорожном агентстве. Важно, чтобы сумма среднего расхода топлива и наработки для трех типов локомотивов равнялась сумме общего расхода топлива. В противном случае расход топлива по типу локомотива должен быть пересчитан по национальной статистике для того, чтобы убедиться, что сохраняется энергетический баланс.

3.3.4 Устранение загрязнений окружающей среды

Подход, предполагающий учет технологии устранения загрязнения окружающей среды, не актуален для данной методологии.

3.4 Подход Уровня 3 по использованию особых локомотивов

Подходы Уровня 1 и Уровня 2 используют объемы продаж топлива, как первичный показатель вида деятельности, либо агрегированного (Уровень 1) или разделенного по различным типам локомотивов (Уровень 2). Подход Уровня 3 может применяться посредством оценки количества локомотивов и их средней наработки в год, как показатель вида деятельности и оценки средних выбросов от локомотивов для внесения в инвентаризацию выбросов. С другой стороны даже более подробный подход Уровня 3 разделяет эксплуатацию локомотивов по отдельным типам локомотивов.

Это тот же подход, как описан в Методических указаниях МГЭИК 2006 о составлении национальных инвентаризаций выбросов парниковых газов, Том 3 (уравнение 3.4.3). Он использует более подробное моделирование эксплуатации каждого типа двигателя и поезда, который влияет на выбросы в зависимости от коэффициентов выбросов по нагрузке. Необходимые данные включают расход топлива, который может быть в дальнейшем разделен в соответствии со стандартными перевозками (например, грузовые, междугородные, региональные) и километражем каждого типа поезда и переведен в наработку и мощность, выработанную локомотивом во время рейса. Данный тип данных может быть собран для других целей (например, выбросы загрязнителей воздуха в зависимости от скорости и местности или от управления железнодорожным транспортом).

3.4.1 Алгоритм

Алгоритм, представленный ниже, является примером наиболее подробной методологии Уровня 3, которая основывается на методе Агентства по охране окружающей среды США (USEPA) для расчета выбросов от внедорожной техники. Следовательно, имеется согласованность между подходом, представленным здесь, который имеется в Методических указаниях МГЭИК 2006 и аналогичными методиками Уровня 3 для основной внедорожной техники (см. главу по выбросам при сжигании от внедорожной техники 1.А.4 Прочая передвижная техника. Уравнения используют следующую основную формулу для расчета выбросов:

$$E_i = \sum_m \sum_j (N_{j,m} \times H_{j,m} \times P_{j,m} \times LF_{j,m} \times EF_{i,j,m}) \quad (3)$$

где:

- E_i = выбросы загрязняющего вещества i на период, который указан в инвентаризации (кг или г),
- $N_{j,m}$ = количество локомотивов в категории j , используемый тип топлива m ,
- $H_{j,m}$ = средняя наработка, которую наработали локомотивы категории j за рассматриваемый период времени, используемый тип топлива m (ч),
- $P_{j,m}$ = средняя номинальная мощность на выходе в категории j с топливом m (кВт),
- $LF_{j,m}$ = средний (стандартный) коэффициент нагрузки категории локомотива i (диапазон от 0 до 1),
- $EF_{i,j,m}$ = коэффициент выбросов загрязняющего вещества i на каждую единицу мощности на выходе локомотивов в категории j , используемый тип топлива m (кг/кВт/ч или г/кВт/ч),
- j = категория локомотива (для междугородних перевозок, маневровые, дрезины),
- m = тип топлива (дизельное топливо, газойль).

По данной методологии параметры Н, Р, LF и EF могут быть подразделены. Например, Н может быть ресурс в зависимости от характера эксплуатации. Подобным образом LF может изменяться для грузовых поездов для отражения различных требований по мощности для тяги грузовых поездов различных габаритных размеров.

Подробные средства моделирования имеются в наличии для оценки выбросов от локомотивов с использованием методологии Уровня 3 (например, RAILI (VTT, 2008), Nonroad (USEPA 2005a и b), COST 319 (Jorgensen & Sorenson, 1997)). См. ячейку 3.4.1 для примера подхода Уровня 3.

Ячейка 3.4.1 Пример подхода Уровня 3.

Нормативы для дорожной дизельной техники 1998 EPA делятся на три уровня (USEPA, 1998). Каждый уровень USEPA включает фазу в течение нескольких лет (мощность в лошадиных силах). Стандарты USEPA Уровня 0 действовали до 2001 года. Наиболее строгие стандарты USEPA Уровня 1 действовали с 2002 по 2004 год, а еще более строгие стандарты USEPA Уровня 2 действуют с 2005 года и позже. Основными улучшениями были выбросы NO_x и PM по Уровням USEPA. Использование улучшенного дизельного двигателя с низким содержанием серы снижает выбросы SO₂. Таблица ниже показывает коэффициенты выбросов по уровням основной технологии для данных и других локомотивов мощностью более 3000 л.с. Коэффициенты выбросов могут также быть представлены в г/пассажир-километр для пассажирских поездов и г/тонна-километр для грузовых поездов по более высоким уровням, если имеется информация по конкретной стране (например, Hahn, 1989, Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций (UNECE) 2002).

Таблица 3-5 Коэффициенты выбросов по уровням основной технологии

Модель	Двигатель	Мощность		Удельный расход топлива на 1 л.с. (кг/кВт/ч)	Представленные уровни выбросов (г/кВт/ч)			
		л.с.	кВт		NO _x	CO	HC	CO ₂
EMD SD-40	645E3B	3000	2237	0.246	15.82	2.01	0.36	440
EMD SD-60	710G3	3800	2834	0.219	13.81	2.68	0.35	391
EMD SD-70	710G3C	4000	2983	0.213	17.43	0.80	0.38	380
EMD SD-75	710G3EC	4300	3207	0.206	17.84	1.34	0.40	367
GE dash 8	7FDL	3800	2834	0.219	16.63	6.44	0.64	391
GE dash 9	7FDL	4400	3281	0.215	15.15	1.88	0.28	383
GE dash 9	7FDL (Уровень 0)	4400	3281	0.215	12.74	1.88	0.28	383
Evolution	GEVO 12	4400	3281	НЕТ ДАННЫХ	10.86	1.21	0.40	НЕТ ДАННЫХ
2TE116	1A-5D49	6035	2*2250	0.214	16.05	10.70	4.07	382
2TE10M	10D100	5900	2*2200	0.226	15.82	10.62	4.07	403
TEF160	11.345	2950	2200	0.236	16.05	10.62	3.84	421
TEP70	2A-5.349	3420	2550	0.211	15.83	10.55	4.01	377
2M62	14.340	3943	2*1470	0.231	13.40	9.01	3.23	412

Источники:

1. Информация о локомотивах EMD и GE на основании Dunn, 2001. Более низкие уровни CO и HC оцениваются для локомотивов для междугородных перевозок: 6,7 г/кВт/ч и 1,3 г/кВт/ч соответственно.
2. Для моделей TE и 2M62 оценка основана на GSTU 1994.

3.4.2 *Подробная методология Уровня 3*

Наиболее подробная методология по инвентаризации железнодорожного транспорта объединяет работу дрезин, локомотивов для междугородных перевозок и маневровых локомотивов по рейсам или по часам работы. Учитывается:

- длительность поездки или время маневрирования,
- тип используемого локомотива,
- вес грузового поезда.

В основном, грузовые поезда тяжелее пассажирских поездов, они передвигаются медленнее и часто управляются различными типами локомотивов, отличными от тех, которые используются для пассажирских перевозок. Следовательно, коэффициенты выбросов на поезд-пройденный километраж, отличаются для двух типов поездов.

Поскольку это наиболее комплексный подход, основным слабым местом является наличие подробных данных о рейсе/используемом локомотиве и наиболее принципиальным коэффициентом выбросов от локомотивов. В данном случае необходимо выполнить приблизительное соответствие и допущения. Например, соотношение пассажирский поезд-км и грузовой поезд-км, может быть оценено по умолчанию от 0,8 до 0,2. Тем не менее, соотношение отличается в зависимости от страны.

3.4.3 *Коэффициенты выбросов Уровня 3*

Отдельные страны предоставляют коэффициенты выбросов по особым образцовым типам двигателя, как часть исследования дизельного топлива для железнодорожного транспорта UIC (Halder и Löchter, 2005). Исследование в основном сосредоточено на выбросах PM и NO_x. Некоторые коэффициенты выбросов можно найти в отчете.

Большую часть коэффициентов выбросов Уровня 3 можно найти в технических отчетах проекта Artemis (Boulter и McCrae, 2007).

3.4.4 *Данные по осуществляемой деятельности*

Подходы Уровня 3 требуют данные по видам деятельности (например, брутто тонна-километр (ГТК) и рабочие циклы) на особом уровне локомотивов для междугородних перевозок. Данные методы также требуют особую информацию по другим локомотивам, например совокупность источника (ресурс и диапазон мощности), расстояние в милях на тоннаж поезда, ежегодную наработку и характер эксплуатации в зависимости от ресурса, среднюю номинальную мощность в лошадиных силах (с отдельным распределением мощности в пределах данных диапазонов мощности), коэффициент загрузки, информацию о местности (например, топографию местности и скорость поезда). Имеются альтернативные методы моделирования для оценки Уровня 3 (VTT 2008, EMEP Corinair 2005).

Железнодорожные компании или соответствующие транспортные организации могут предоставить данные по расходу топлива для локомотивов для междугородних перевозок и маневровых локомотивов. Доля от маневровых локомотивов довольно мала почти для всех стран. Если отдельно не предоставляются данные по ежегодному расходу топлива для маневровых локомотивов, то можно оценить расход топлива, если имеются типовые данные по ежедневному расходу топлива в соответствии со следующим уравнением:

Расход топлива по инвентаризации = количество маневровых локомотивов ×
 средний расход топлива локомотивом в день ×
 среднее количество рабочих дней локомотива в год.

Количество маневровых локомотивов можно получить у железнодорожных компаний или транспортных организаций. Если средний расход топлива в день не известен, можно использовать значение 863 литра в день (USEPA, 2005a). Количество рабочих дней обычно 365. Если данные по количеству маневровых локомотивов невозможно получить, инвентаризация выбросов может быть приближенной, предполагая, что все топливо потребляется локомотивами для междугородних перевозок.

4 Качество данных

4.1 Полнота

Дизельное топливо наиболее распространенное на железнодорожном транспорте, но лицо, занимающееся составлением инвентаризации, должно соблюдать осторожность во избежание упущения или двойного подсчета другого топлива, используемого в дизельных двигателях для маневрирования. Оно может смешиваться с дизельным топливом и может включать легкое топливо (например, топочный мазут, котельное топливо, другие дистилляты), биодизельное топливо (например, масляные эфиры из рапсовых семян, сои, подсолнечника, масло Джатрофы и Каранджи или восстановленные растительные и животные жиры) и синтетическое топливо. Биодизельное топливо может использоваться во всех дизельных двигателях с небольшими модификациями или без них. Возможно смешивание с обычным дизельным топливом. Синтетическое топливо, включая синтетический газойль (SMD) и диметиловый эфир (DME), изготавливается из различного сырья, содержащего углеводород, включая природный газ, топочный мазут, мазут и уголь при производстве синтетического газа. Смеси бывают разные и на настоящий момент представлены от 2 до 5 % биодизельного топлива и остального дизельного топлива. Свойства выбросов от данного топлива считается теми же, что и у топлива, используемого для дорожного строительства. Выбросы CO₂ от топлива, полученного из биомассы, представлены для информации и не включены в общую долю на национальном уровне во избежание двойного учета.

Дизельные локомотивы могут сжигать природный газ или уголь для обогрева вагонов. Несмотря на это, данная категория источника может считаться, как «передвижная техника» и методы для оценки выбросов при сжигании топлива включены в главу по стационарным установкам сжигания - 1.А.4 Малое сжигание. Лицо, занимающееся составлением инвентаризации, должно соблюдать осторожность во избежание двойного учета выбросов при выработке энергии для обогрева железнодорожных вагонов.

Дизельные локомотивы также потребляют значительное количество смазочных материалов. Соответствующие выбросы должны быть оценены.

Так как это может привести к совпадению с другими категориями источников. Ряд статистических данных не включен в используемое топливо, например стационарные железнодорожные источники, внедорожная техника, транспортные средства и грузовая техника, использующая топливо на железной дороге. Эти выбросы не включены здесь, но имеются в соответствующих категориях, как стационарные источники, внедорожная техника и т.д. Если это неслучайно и нет возможности разделить их от других выбросов от локомотивов, то их необходимо указать в отчете по инвентаризации или в отчетных таблицах по выбросам.

4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

Выбросы двуокси углерода на базе биодизельного топлива должны быть указаны в отчете по железнодорожному транспорту, как выбросы в разделах Землепользование, Изменение характера землепользования и Лесное хозяйство согласно отчету UNFCCC. Тем не менее, биодизельное топливо должно быть включено в энергетический баланс вместе со сжиганием органического топлива для правильного разделения расхода энергии на железнодорожном транспорте. Также, все прочие парниковые газы при использовании биотоплива (N₂O, CH₄, и т.д.), должны быть подобным образом указаны к отчете, как органическое топливо.

4.3 Проверка

Какая-то специфика отсутствует.

4.4 Разработка согласованных временных рядов и повторный расчет

Выбросы частиц, за исключением CO₂ и SO₂ и тяжелых металлов, зависят от типа двигателя и технологии. Если не рассчитаны коэффициенты выбросов, связанные с конкретной технологией, необходимо взять коэффициенты выбросов, связанные с топливом, за все годы.

Варианты уменьшения воздействия на окружающую среду, которые влияют на коэффициенты выбросов, могут быть взяты только при использовании коэффициентов выбросов по типу двигателя или при разработке технологии регулирования. Данные изменения должны быть надлежащим образом задокументированы.

Подробную информацию об определении выбросов за базовый год и обеспечения согласованности временных рядов, см. главу Общие положения в Руководстве.

4.5 Оценка неопределенности

Выбросы от железнодорожного транспорта обычно меньше, чем от дорожного транспорта, авиации и судоходства, поскольку расход топлива меньше, а работа часто происходит с использованием электролиний, в данном случае выбросы, связанные с расходом энергии на железной дороге, должны быть указаны в отчете по выработке электроэнергии и в зависимости от характеристик в данном секторе.

Для снижения неопределенности необходим комплексный подход для обоих коэффициентов выбросов и данных по видам деятельности, особенно при использовании данных по видам деятельности по принципу «снизу-вверх». Использование данных по оценке на местном уровне повысит точность, хотя неопределенности остаются достаточно большими. Необходимо задокументировать неопределенности, как по коэффициентам выбросов, так и по данным по видам деятельности. Дальнейшие указания по оценке неопределенностей для коэффициентов выбросов можно найти в примечаниях в главе Общие положения.

4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

Коэффициенты выбросов в Таблицах с 3-2 по 3-2 показывают неопределенности, связанные с дизельным топливом. При отсутствии особой информации процентное соотношение между верхним и нижним пределом и основная оценка могут использоваться для определения диапазона неопределенности по умолчанию, связанной с коэффициентами выбросов для добавок к топливу.

4.5.2 Неопределенности в данных по осуществляемой деятельности

Неопределенность в данных по осуществляемой деятельности по принципу «сверху-вниз» должна быть порядка 5%. Неопределенность в дезагрегированных данных по оценке по принципу «снизу-вверх» (расход топлива по типу поезда) обычно менее 10% и может быть не несколько раз больше в зависимости от количества проведенных статистических исследований. Оценка по принципу «снизу-вверх», тем не менее, необходима для оценки выбросов NO_x , CO , углеводородов, РМ и т.д. на более высоких уровнях. Расчеты по более высоким уровням могут быть также оценкой для CO_2 , SO_2 и тяжелых металлов, но возможно будут неточными при использовании методологии Уровня 1 или Уровня 2. Следовательно, путями решения вопроса, если железнодорожный транспорт является ключевым источником, заключается в использовании данных по топливу по конкретным странам и оценку для прочих газов на более высоком Уровне. Оценка CO_2 по принципу «снизу-вверх» используется для перекрестного контроля ОК/КК.

Дальнейшие указания по оценке неопределенности в данных по осуществляемой деятельности можно найти в главе Неопределенности Общего руководства (часть А, глава 5).

4.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК

Необходимо проводить проверки контроля качества. Специальные процедуры, относящиеся к данной категории источника, представлены ниже.

Обзор коэффициентов выбросов

Лицо, занимающееся составлением инвентаризации, должно убедиться, что исходные данные по источнику для коэффициентов на национальном уровне, применяются к каждой категории и проводятся проверки по точности сбора данных и расчетов.

Относительно коэффициентов выбросов, включенных в данную главу, лицо, занимающееся составлением инвентаризации, должно убедиться, что коэффициенты применяются и относятся к категории. По возможности коэффициенты должны сравниваться с коэффициентами на национальном уровне для последующего указания, что применимые коэффициенты достоверны.

Проверка данных по осуществляемой деятельности

Источник данных по осуществляемой деятельности должен быть проверен для обеспечения применимости и соответствия категории. По возможности данные должны сравниваться с архивными данными по осуществляемой деятельности или с результатами моделирования для проверки отклонений. Данные могут проверяться с использованием производственных показателей, таких как топливо на единицу пройденного расстояния железнодорожным транспортом (километраж пассажирских и грузовых поездов), в сравнении с другими странами и по различным годам.

4.7 Координатная привязка

Какая-то специфика отсутствует.

4.8 Отчетность и документация

Необходимо документировать и архивировать всю информацию, необходимую при составлении инвентаризации по выбросам на национальном уровне, как указано в главе Примечания Общего руководства.

К отчетам по выбросам необходимо указать:

- способ, при помощи которого необходимая подробная информация оценивается по принципу «снизу-вверх» и оцениваются неопределенности;
- как используется метод по принципу «снизу-вверх» по расходу топлива со статистикой по топливу по принципу «сверху-вниз».
- используемые коэффициенты выбросов и их ссылки, особенно для присадок для топлива
- способ, при котором распознаются компоненты биотоплива.

5 Глоссарий

CH ₄ :	метан
CO:	монооксид углерода
CO ₂ :	диоксид углерода
Cd:	кадмий
Cu:	медь
FC:	расход топлива
HM:	тяжелые металлы
IPCC:	Межправительственная Группа Экспертов по Изменению Климата
NH ₃ :	аммиак
НМЛОС:	неметановые летучие органические соединения.
NO _x :	окислы азота
NO ₂ :	диоксид азот
N ₂ O:	закись азота
P:	номинальная мощность на выходе
Pb:	свинец
PM:	твердые частицы
POP:	стойкие органические загрязнители
ИНЗВ:	Избранная Номенклатура Загрязнения Воздуха
SO ₂ :	диоксид серы
ЛОС:	летучие органические соединения
Zn:	цинк

6 Список цитированной литературы

Boulter P and McCrae I (eds.) (2007). Artemis: Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems. Final report. Deliverable No 15. TRL unpublished report UPR/IE/044/07. TRL Limited, Wokingham.

Dunn, R. (2001). 'Diesel fuel quality and locomotive emissions in Canada'. Transport Canada Publication No Tp 13783e (Table 8).

EMEP Corinair 'Emission Inventory Guidebook — 2005 European Environment Agency'. Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (Dec 2005)

GSTU (1994). 'Emissions of pollution gases with exhaust gases from diesel locomotive.' Rates and definition methods (GSTU, 32.001-94) — in Russian (ГСТУ 32.001-94. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами тепловозных дизелей. Нормы и методы определения).

Hahn, J. (1989). Eisenbahntechnische Rundschau, No 6, pp. 377—384.

Halder M., Löchter, A. (2005). 'Status and future development of the diesel fleet'. Rail diesel study, WP1 final report. UIC, p. 54. www.uic.org/download.php/environnement/2006-01-diesel-study-wp1.pdf

Hill, N., Kollamthodi, S., Hazeldine, T., Cross, S., Bergdorff, M., Halder, M., Köhler, T., Collin R., et al. (2005). 'Technical and operational measures to improve the emissions performance of diesel rail'. Rail diesel study, WP2 final report: report No ED05010/WP2/R02, AEA Technology, Oxfordshire, UK p. 219.

ISO 8178-4 (1996). 'Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement — Part 4: Test cycles for different engine applications'.

Jorgensen, M.W. and. Sorenson, S.C (1997). 'Estimating emission from railway traffic'. DTU report, No ET-EO-97-03, Dept of Energy Eng. Lyngby, Denmark, p. 135.

TRANS/SC.2/2002/14/Add.1 13 AUGUST (2002). Economic Commission for Europe. Inland Transport Committee. Working Party on rail transport. Productivity in rail transport. Transmitted by the International Union of Railways (UIC).

UNECE (2002). 'Productivity in rail transport UN Economic Commission For Europe, Inland Transport Committee Working Party on Rail Transport'. (Fifty-sixth session, 16–18 October 2002, agenda item 15). Transmitted by the International Union of Railways (UIC) TRANS/SC.2/2002/14/Add.1

USEPA (1998). www.epa.gov/fedrgstr/EPA-AIR/1998/October/Day-23/a24836.htm

USEPA (2005a). NONROAD 2005 Model, for software, data and information. see website: www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm

USEPA (2005b). User's Guide for the final NONROAD2005 model. Environment Protection Agency. Report EPA420-R-05-0, 13 December 2005, Washington DC, USA.

VTT (2008). RAILI (2008). Calculation system for Finnish railway traffic emissions. For information see website <http://lipasto.vtt.fi/railie/>

7 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/).