



Категория		Название
НО:	2.A.5.b	Строительство и демонтаж зданий
ИНЗВ:	040624	Гражданское строительство и строительные площадки
МСОК	4510	Подготовка площадки
	4520	Строительство сооружений полностью или их части; гражданское строительство
	4530	Монтаж здания
	4540	Оснащение здания
Версия	Руководство 2016	

Основные авторы

Джероуен Куэнен

Оглавление

1	Общие сведения	3
2	Описание источников	3
2.1	Экономическое определение строительной промышленности.	3
2.2	Источники выбросов, методики и средства регулирования	4
3	Методы	5
3.1	Выбор метода	5
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию	6
3.3	Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях	14
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных	14
4	Качество данных	15
5	Глоссарий	17
6	Список использованной литературы	17
7	Наведение справок	18

1 Общие сведения

В настоящей главе рассматриваются выбросы строительного сектора (Код НО 2.А.5.в Строительство и демонтаж зданий, изменённый с 2.А.7.в, использовавшийся до 2015 года).

Уже давно признано, что строительство инфраструктуры и зданий является важным источником неорганизованных выбросов твердых частиц (ТЧ). Часто повышенные концентрации ТЧ10 в воздухе наблюдаются на строительных площадках и вокруг них. Значительная часть строительных работ имеет место в городских и других густонаселенных районах. Следовательно, большое количество людей может подвергаться воздействию ТЧ, выделяющихся во время строительных работ.

Помимо того, что они являются источником неорганизованного выброса ТЧ, строительные работы могут также быть источником выбросов других загрязняющих веществ. В основном это касается продуктов сжигания, таких как NO_x, сажа и CO₂, а также неорганизованных выбросов НМЛОС, возникающих в результате использования веществ. Однако в кадастрах выбросов все выбросы при сжигании и использовании веществ оцениваются в другом месте либо как компонент выбросов от мобильных источников, либо как компонент выбросов растворителей / веществ. В этой главе рассматриваются только неорганизованные выбросы ТЧ.

2 Описание источников

2.1 Экономическое определение строительной промышленности.

Строительный сектор – это очень разнообразный и сильно изменяющийся сектор. Для коммерческих и профессиональных целей, экономическая статистика Евростата, основанная на кодах NACE (Общая отраслевая классификация видов экономической деятельности в рамках европейского союза (КДЕС)), дает обзор того, какие виды экономической деятельности связаны со строительной отраслью. Структурная статистика бизнеса Евростата делит строительную отрасль на следующие сектора для отчетов о (региональной) экономической деятельности.

Код NACE	Описание
F41	Строительство зданий
F411	Разработка строительных проектов
F412	Строительство жилых и нежилых зданий
F42	Гражданское строительство
F421	Строительство дорог и железнодорожных путей
F422	Строительство объектов коммунального хозяйства
F429	Строительство других проектов гражданского строительства
F43	Специализированные строительные работы
F431	Снос и подготовка площадки
F432	Электрические, сантехнические и другие строительные-монтажные работы

F433	Окончание строительства и отделка зданий
F439	Другие специализированные строительные работы

С точки зрения выбросов, обычно требуется другая классификация, и сообщаемая экономическая деятельность имеет ограниченное применение. Для выбросов деятельность классифицируется либо на основе типа строящегося здания, либо путем рассмотрения механизма выбросов для типа используемого оборудования.

2.2 Источники выбросов, методики и средства регулирования

В строительстве существует много возможных видов деятельности, которые приводят к выбросам в атмосферу. Например, следующие виды деятельности, типичные для строительства, являются значимыми источниками неорганизованных выбросов ТЧ:

- Очистка земли и снос;
- Земляные работы с балансом объемов насыпи и выемки грунта;
- Движение оборудования;
- Передвижное оборудование по измельчению строительного мусора;
- Автомобильный транспорт (погрузка, разгрузка и буксировка материалов, полоса грязи на асфальтированных дорогах и дальнейшее повторное попадание пыли в воздух);
- Дальнейшая деятельность по подготовке площадки;
- Особые виды строительной деятельности, например замешивание бетона, строительного раствора и штукатурки, сверление, фрезерование, обрезка, шлифование, полировка, сварка и пескоструйная обработка;
- Различные отделочные работы;
- Выдувание пыли ветром с временных неасфальтированных дорог и пустых строительных площадок.

Неорганизованные выбросы ТЧ в основном имеют минеральный состав и механическое происхождение, причем почвенная пыль обычно составляет их значительную часть. Повторное попадание почвенной пыли в воздух от буксировочного транспорта является важным источником в соответствии с литературой, но поскольку повторное попадание пыли в воздух от автомобильного транспорта в целом также может быть оценено в другом разделе, существует опасность двойного учета выбросов. Однако опубликованная литература показывает, что повторное попадание пыли в воздух на строительных площадках по объему активности и при тех же метеорологических условиях обычно в несколько раз выше, чем «нормальное» повторное попадание пыли в воздух, вызванное дорожным движением. Следовательно, повторное попадание пыли в воздух от транспорта на строительстве должно оцениваться отдельно от повторного попадания пыли в воздух от дорожного транспорта. Метод оценки выбросов Уровня 1, представленный и обсужденный в этой главе, включает в себя транспортное повторное попадание пыли в воздух от строительной техники.

Для многих видов деятельности, результатом которых являются неорганизованные выбросы пыли, выбросы пыли сильно зависят от степени влажности материала или почвы, поскольку влага способствует слипанию частиц вместе, предотвращая попадание частиц в воздух. Поэтому смачивание почвы является эффективным способом контроля выбросов почвенной пыли, например, путем повторного попадания пыли в воздух от транспорта. Аналогичным способом, водная завеса может использоваться при сносе. Поливание – это простой и эффективный способ

контроля выбросов, активно используемый в строительстве для многих источников неорганизованных выбросов пыли.

Кроме поливания существует еще много мер по снижению выбросов и наилучших технологий для предотвращения выбросов, доступных для конкретных видов деятельности в строительном секторе. Их общий обзор можно найти, например, в CSI, (2005). В данной главе Руководства рассматривается только поливание в качестве меры контроля выбросов из-за его широкого применения.

3 Методы

3.1 Выбор метода

Подавляющее большинство всей имеющейся информации о неорганизованных выбросах ТЧ в результате строительных работ происходит из Соединенных Штатов. В 1970-х годах началась работа по разработке коэффициентов выбросов для конкретных источников неорганизованных выбросов пыли, связанных со строительством, таких как земляные работы. С тех пор список коэффициентов выбросов неуклонно расширяется и в настоящее время составляет основу более детальной методологии Агентства по охране окружающей среды (EPA) Уровня 3 по оценке снизу вверх для оценки неорганизованных выбросов пыли от строительных работ (включен в документ EPA AP-42, EPA, 2011). В качестве метода Уровня 3 он требует более подробных данных об осуществляемой деятельности, например, о движениях транспортных средств и земляных работах. Кроме того, необходимы базовые данные по климату и почве.

В 1980-х и 1990-х годах в Лас-Вегасе и Калифорнии проводились измерения пыли по ветру от крупных строительных площадок, и результаты были использованы в качестве основы для нынешней методологии EPA Уровня 1 оценки сверху-вниз для строительных выбросов (WRAP, 2006). Эта методология была разработана и усовершенствована в конце 1990-х годов и была адаптирована для использования в других регионах США, предоставляя возможность коррекции в зависимости от климатических и почвенных различий (Thesing and Huntley, 2001). Для этого необходимо знать общую протяженность зоны строительства для ряда основных типов строительства как данных об осуществляемой деятельности.

Совсем другой подход был выбран компанией HASKONING в 2000 году (Kimmel et al., 2000). Он основан на обратном моделировании выбросов из данных о контакте с производственной пылью для работ в строительной отрасли, связанных с пылением. Он также частично опирался на общие коэффициенты выбросов EPA для повторного попадания автомобильной пыли в воздух и грубую оценку движения транспорта. Эта методология была основой для коэффициента выбросов Уровня 1 в предыдущей версии Руководства. Метод требует только базовых данных об осуществляемой деятельности, таких как общая площадь застройки или количество активных работников для основных отраслей строительства.

Оценка обоих доступных методов Уровня 1 была сделана в UBA (2015), в которой сделан вывод о том, что вклад почвенной пыли (главный вклад в соответствии с методом EPA Уровня 1) мог быть недооценен в Kimmel et al. (2000). Согласно последнему методу, большая часть выбросов обусловлена конкретными, в основном внутренними строительными и отделочными работами, а не почвенной пылью. Однако этот метод никогда не подтверждался никакими измерениями прямых выбросов, и нет документации доступной на английском языке.

Рекомендуемый метод Уровня 1, следовательно, является методом US EPA, хотя, строго говоря, этот метод никогда не предназначался для использования за пределами Соединенных Штатов. Он дает в целом значительно более высокие результаты, что метод Kimmel et al.

Во всей литературе по выбросам, касающейся строительных работ, указывается, что расчетные выбросы строительной отрасли представляют собой только количественную оценку первого уровня фактических выбросов, а неопределенность является высокой, намного выше, чем для большинства других источников выбросов первичных ТЧ.

Метод US EPA Уровня 1 рассматривает только новое строительство (включая подготовку площадки). Ремонт или снос без какого-либо значительного нового строительства не охватывается, и нет коэффициентов выбросов, доступных только для деятельности по сносу.

3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

Метод EPA оценки выбросов Уровня 1 для строительных выбросов различает четыре основных типа строительства:

- Жилые здания, на одно или два домохозяйства;
- Жилые здания, квартиры;
- Нежилые здания;
- Строительство дорог;

Метод включает в себя умножение отдельного коэффициента выбросов для каждого типа строительства на общую площадь этого конкретного типа строительства (например, площадь свободного участка строительства) и на среднюю продолжительность строительства. Поскольку затронутая область обычно недоступна непосредственно из статистических источников, предлагается метод оценки затронутой области на основе других статистических данных. Этот метод предлагает дополнительную возможность коррекции в зависимости от содержания влаги в почве и распределения частиц почвы по размерам (которые влияют на эффективность пыления).

3.2.1 Алгоритм

В подходе US EPA Уровня 1 по оценке общего числа неорганизованных выбросов ТЧ используется следующее уравнение:

$$EM_{ТЧ_{10}} = KB_{ТЧ_{10}} \cdot A_{строительства} \cdot d \cdot (1 - CE) \cdot \left(\frac{24}{PE}\right) \cdot \left(\frac{s}{9\%}\right) \quad (1)$$

Коэффициент выбросов в ТЧ ₁₀	Площадь строительства	Длительность строительства	1 – эффективность управления	– коррекция для влажности и почвы	коррекция для состава почвы
---	-----------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------

Где:

- $EM_{ТЧ_{10}}$ = Выбросы ТЧ₁₀ (кг ТЧ₁₀)
- $KB_{ТЧ_{10}}$ = коэффициент выбросов для данного загрязняющего вещества (кг ТЧ₁₀/[м² · год])
- $A_{строительства}$ = площадь, затронутая строительной деятельностью (м²)
- d = длительность строительства (год)
- CE = эффективность управления мерами контроля выбросов (-)
- PE = индекс осадков - испарения Торнтуэйта (Thorntwaite) (-)

s = содержание пылевидных фракций в почве (%)

3.2.2 Коэффициенты выбросов по умолчанию (КВ_{тЧ10})

Коэффициенты выбросов ТЧ10 по умолчанию для неконтролируемых выбросов твердых частиц (ТЧ) от четырех основных видов строительных работ приведены в Таблицах 3.1-3.4. Коэффициенты выбросов по умолчанию основаны на методе EPA оценки выбросов ТЧ 10 Уровня 1.

Как это часто бывает при выбросах пыли механического происхождения, геологическая пыль, попадающая в воздух в результате строительных работ, имеет относительно низкое содержание ТЧ_{2,5} в ТЧ₁₀. Согласно MRI (2006), общая доля ТЧ_{2,5} в ТЧ₁₀ строительных выбросов составляет от 5 до 15%, а Muleski et al. (2005) оценивает их в 1 - 10% (в среднем 3%) для нескольких конкретных источников. Для строительства в целом рекомендуется, чтобы среднее содержание ТЧ_{2,5} в ТЧ₁₀ считалось равным 10%. По оценкам, выбросы ОКВЧ примерно в три раза превышают выброс ТЧ₁₀, исходя из сообщенного содержания в 30% ТЧ₁₀ в ОКВЧ (US EPA 1999).

Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для неконтролируемых неорганизованных выбросов для категории источников 2.А.5.в Строительство и демонтаж зданий – Строительство домов

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.А.5.в	Строительство демонтаж зданий – Строительство домов (отдельностоящие на одно домохозяйство, отдельностоящие на два домохозяйства и дома ленточной застройки (таунхаусы) на одно домохозяйство)			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	NO _x , CO, SO _x , NH ₃ , НМЛОС, ЧУ, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХЦГ, ПХБ, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(в)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Не оценено	нет данных				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	0.29	кг/[м ² ..год]	0.03	0.9	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ10	0.086	кг/[м ² ..год]	0.009	0.3	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ _{2,5}	0.0086	кг/[м ² ..год]	0.0009	0.03	WRAP 2006, MRI 2006

Таблица 3-2 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для неконтролируемых неорганизованных выбросов для категории источников 2.А.5.в Строительство и демонтаж зданий – Строительство многоквартирных домов

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.А.5.в	Строительство демонтаж зданий – Строительство многоквартирных домов (всех типов)			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	NO _x , CO, SO _x , NH ₃ , НМЛОС, ЧУ, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХЦГ, ПХБ, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(в)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Не оценено	нет данных				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	

ОКВЧ	1.0	кг/[м2..год]	0.1	3	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ10	0.30	кг/[м2..год]	0.03	0.9	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ2,5	0.030	кг/[м2..год]	0.003	0.09	WRAP 2006, MRI 2006

Таблица 3-3 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для неконтролируемых неорганизованных выбросов для категории источников 2.А.5.в Строительство и демонтаж зданий - Нежилое строительство

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.А.5.в	Строительство демонтаж зданий – Нежилое строительство (всё строительство за исключением жилых зданий и строительства дорог)			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	NOx, CO, SOx, NH3, НМЛОС, ЧУ, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХЦГ, ПХБ, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Не оценено	нет данных				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	3.3	кг/[м2..год]	0.3	10	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ10	1.0	кг/[м2..год]	0.1	3	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ2,5	0.1	кг/[м2..год]	0.01	0.3	WRAP 2006, MRI 2006

Таблица 3-4 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для неконтролируемых неорганизованных выбросов для категории источников 2.А.5.в Строительство и демонтаж зданий - Строительство дорог

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.А.5.в	Строительство демонтаж зданий - Строительство дорог			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	NOx, CO, SOx, NH3, НМЛОС, ЧУ, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХЦГ, ПХБ, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(б)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Не оценено	нет данных				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	7.7	кг/[м2..год]	0.8	20	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ10	2.3	кг/[м2..год]	0.2	7	WRAP 2006, MRI 2006
ТЧ2,5	0.23	кг/[м2..год]	0.02	0.7	WRAP 2006, MRI 2006

3.2.3 Параметры оценки (d, CE, PE и s)

Для получения приемлемых результатов необходимо установить ряд параметров расчета в соответствии с условиями конкретной страны. Этими параметрами являются: длительность строительства (d); эффективность управления любыми применяемыми мерами по сокращению выбросов (CE); индекс осадков - испарения Торнтуэйта (PE); и содержание пылевидных фракций в почве. Все эти параметры могут значительно различаться и оказывать глубокое влияние на результаты методологии. В этом разделе приводятся некоторые рекомендации по настройке этих параметров. Кроме того предлагаются значения по умолчанию, если информация отсутствует.

Длительность строительства (d)

Длительность d – это длительность строительной деятельности, как определено, например, в разрешении на строительство. Этот параметр означает общую длительность от расчистки земли и/или сноса до завершения строительства. В целом, более сложная конструкция требует более длительного времени строительства. Следующие стандартные значения могут использоваться по умолчанию, если не доступна какая-либо информация по конкретной стране.

Тип строительства	Предполагаемая продолжительность (год)
Строительство домов (отдельностоящие дома на одно и два домохозяйства, дома ленточной застройки (таунхаусы) на одно домохозяйство)	0.5 (6 месяцев)
Строительство многоквартирных домов (все типы)	0.75 (9 месяцев)
Нежилое строительство (все строительство кроме жилых зданий и строительства дорог)	0.83 (10 месяцев)
Строительство дорог	1 (12 месяцев)

Эффективность управления применяемыми мерами по сокращению выбросов (CE)

Полив временно грунтовых дорог – это простой и эффективный способ контроля выбросов, который широко используется при строительстве в Европе, особенно во время очень засушливых сезонов. Эффективность полива наиболее высока прямо после разбрызгивания и снижается по мере высыхания поверхности дороги. В WRAP (2006) сообщается, что общая эффективность составляет в среднем примерно 50%. Это приводит к следующей эффективности управления по типу строительства, которая может использоваться в качестве стандарта по умолчанию для Европы в тех случаях, когда недоступна какая-либо конкретная информация по строительной практике.

Тип строительства	Относительная общая эффективность управления (-)
Строительство домов (отдельностоящие дома на одно и два домохозяйства, дома ленточной застройки (таунхаусы) на одно домохозяйство)	0
Строительство многоквартирных домов (все типы)	0
Нежилое строительство (все строительство кроме жилых зданий и строительства дорог)	0.5
Строительство дорог	0.5

Индекс осадков- испарения Торнтуэйта (PE)

Один из параметров, который оказывает значительное влияние на образование почвенной пыли, - это содержание влаги в почве. Метод EPA Уровня 1 обеспечивает возможность приближенной коррекции по климатическим условиям, которые влияют на содержание влаги в почве. В качестве показателя влажности почвы используется индекс осадков-испарения Торнтуэйта (PE), который может быть рассчитан на основе ежемесячного количества осадков P_i (в мм) и средней температуры T_i (в °C) в соответствии с

$$PE \text{ индекс} = 3.16 \sum_{i=0}^{12} \left(\frac{P_i}{1.8 T_i + 22} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Для получения значения PE для конкретной страны или региона можно использовать приведенную выше формулу или взять значение PE из приведенной ниже таблицы:

Климат	Индекс PE
Сырой	Более 128
Влажный	64 - 127
Полувлажный	32 - 63
Полусухой	16 - 31
Сухой	Менее 16

Этот метод классификации климатических условий был первоначально разработан для восточной части США лишь с ограниченной применимостью для других регионов мира. Однако он широко используется во всем мире. Индекс PE может недооценивать содержание влаги в верхнем слое почвы для Европы, поскольку в среднем, как правило, в Европе более длительные и более частые периоды более легких дождей по сравнению с США. Этот факт не учитывается при рассмотрении только суммарного ежемесячного уровня осадков. Однако в случае более длительных периодов слабых дождей способность верхнего слоя почвы к образованию пыли ниже. Значения индекса PE для восточной части США варьируются от 90 до 180, в среднем около 120 (EPA, 1999). Значение 120 было также принято для Германии (UBA, 2015).

Для регионов, где первоначально проводились измерения строительной пыли (Лас-Вегас и Калифорния), индекс PE варьировался от 9 до 41, в среднем 24. Коррекция для очень различной влажности почвы часто оказывает далеко идущее влияние на результат, и применимость коэффициентов выбросов EPA может быть увеличена в таких случаях.

Содержание пылевидных фракций в почве (s)

Пылевидные фракции (мелкозем) – это почва с частицами между 0.002 и 0.075мм (или 0.063 мм согласно определению ИСО) а содержание пылевидных фракций в почве - это массовая доля этих частиц.

Пылевидные фракции (мелкозем) - это фракции почвы, которые наиболее склонны к образованию пыли, и поэтому расчетные строительные выбросы должны быть скорректированы

с учетом среднего содержания пылевидных фракций в верхнем слое почвы в зоне строительства. Примеры содержания пылевидных фракций в различных типах почвы приводятся ниже (ЕРА, 1999).

Тип почвы	Пылевидные фракции (%)
Пылеватый суглинок	52
Песчаный суглинок	33
Песок	12
Суглинистый песок (супесь)	12
Глина	29
Глинистый суглинок	29
Суглинок	40

Содержание пылевидных фракций, доступное на почвенных картах, обычно относится к содержанию пылевидных фракций на первых 1,2 м ненарушенной естественной почвы. Однако эта информация часто не может напрямую применяться в методе ЕРА Уровня 1. Типы почв с типично высоким содержанием пылевидных фракций, такие как суглинок или глина, как правило, слишком нестабильны, чтобы строить непосредственно на них. Поэтому эти слои грунта удаляются до определенной глубины и заменяются песком, чтобы подготовить грунт к строительству и создать устойчивую основу. Следовательно, это обычно происходит на ранней стадии строительства. Кроме того, в городах почва, как правило, является антропогенной, причем большинство антропогенных почв являются песчаными. Также участки, которые в конечном итоге будут вымощены тем или иным способом, требуют слоя песка в качестве основы. Песок имеет содержание пылевидных фракций только около 12% и некоторые сорта строительных песков имеют содержание пылевидных фракций всего 2%. Поэтому использование значений содержания пылевидных фракций, взятых с почвенных карт, может привести к значительному завышению выбросов.

Те участки зоны строительства, которые сохраняют свой верхний естественный почвенный слой, но, тем не менее, остаются голыми на протяжении всего строительного проекта, вероятно, будут составлять лишь незначительную часть зоны влияния/ строительства. В качестве примера можно привести временные грунтовые дороги, используемые для транспортировки материалов, расположенных на участках с нетронутой природной почвой. Но большинство из пораженного участка на стройке будет песчаным покрытием для большинства время. Поэтому можно с уверенностью предположить, что среднее содержание пылевидных фракций в зоне строительства будет находиться где-то между естественным ненарушенным грунтом и песком, фактически ближе к содержанию в песке, чем к ненарушенному грунту, особенно в городских районах.

По этой причине предполагается, что среднее содержание пылевидных фракций в Германии составляет 20%, в то время как средневзвешенное содержание пылевидных фракций по почвенным картам почти вдвое (38%) больше. Среднее содержание пылевидных фракций в Калифорнии / Лас-Вегасе, где проводились измерения EPA, было относительно низким-9%.

3.2.4 Данные по осуществляемой деятельности

Методология US EPA Уровня 1 основывается на площади строительства, в качестве основного значения осуществляемой деятельности. Термин «площадь строительства» означает общую площадь, на которой почва потревожена строительством, обычно она равняется площади строительной площадки плюс любые вспомогательные грунтовые дороги. Этот параметр, однако, обычно не доступен напрямую из статистических данных. Поэтому EPA предлагает простое средство оценки площади строительства на основе основных данных о строительной активности для четырех типов строительства, для которых доступны различные коэффициенты выбросов (отдельные дома на одно/два домохозяйства и дома ленточной застройки, многоквартирные дома, нежилые помещения, строительство дорог). Возможно, придется пользоваться статистическими данными как национального статистического агентства, так и публикуемыми непосредственно самой областью промышленности.

Дома

Для домов, данные о строительной активности могут содержать общее количество построенных домов (на одно или два домохозяйства, ленточной застройки). Общую площадь строительства можно рассчитать, умножив количество домов на площадь строительства одного дома, которая дается как коэффициент конверсии, умноженный на площадь застройки одного дома. Термин «площадь застройки» означает двумерную проекцию здания на поверхности земли.

Репрезентативное среднее значение как для коэффициента конверсии, так и для площади застройки может быть рассчитано на основе национальной информации, или одно или более значений можно взять из следующих значений по умолчанию (немецкие данные, UBA, 2015).

Тип дома	Площадь застройки (м ² /дом)	Коэффициент конверсии (-)	Площадь строительства (м ² /дом)
Отдельный на одно домохозяйство	150	2	300
Отдельный на два домохозяйства (т.е. дом из двух жилых домов, имеющих общую стену)	125	1.5	188
Ленточной застройки	80	1.5	120

US EPA также предлагает данные по умолчанию для площади застройки и коэффициента конверсии, которые являются репрезентативными для США, и оба значительно выше, чем данные в таблице выше. Эти значения, однако, не рекомендуется использовать для Европы, т.к. Европейские строительные площадки более компактны по планировке, а площади застройки в среднем значительно ниже.

В качестве альтернативы вышеприведенному способу оценки площади строительства (с использованием коэффициента конверсии и площади застройки) можно использовать любой

другой способ оценки общей площади строительства домов для применения с соответствующими коэффициентами выбросов.

Многоквартирные дома

Количество построенных многоквартирных домов является параметром, который может быть получен из национальных статистических источников. В качестве альтернативы может быть доступно количество построенных квартир. В этом случае площадь строительства квартир, может быть рассчитана аналогично площади строительства домов путем умножения средней площади застройки многоквартирного дома или квартиры на коэффициент конверсии. Предпочтительно оценивать среднюю площадь застройки и коэффициент конверсии на основе национальной информации. Если это невозможно, можно использовать следующие значения по умолчанию (немецкие данные, UBA 2015).

Все типы квартир	Площадь застройки (м ²)	Коэффициент конверсии (-)	Общая площадь строительства
Квартиры, для здания	450	1.3	585 м ² /здание
Квартира, для квартиры	50	1.3	65 м ² /квартира

Значения по умолчанию для площади застройки и коэффициент конверсии, предоставленные US EPA для использования в США, не рекомендуется к использованию для европейских стран ввиду значительно более компактных методов строительства, используемых в Европе.

Любой другой эквивалентный метод оценки площади строительства для многоквартирных домов может быть использован с соответствующим коэффициентом выбросов.

Нежилое строительство

Нежилое строительство включает в себя строительство зданий (коммерческих, промышленных, институциональных, правительственных), а также общественные работы. В методе US EPA Уровня 1 любой другой тип строительства, кроме жилищного или дорожного строительства, подпадает под нежилое строительство. В результате, этот тип строительства очень широкая категория, начиная от строительства общественных зданий, таких как школы и больницы до гражданского строительства, до строительства офисных или промышленных комплексов, до очень больших проектов, связанных со строительством аэропорта или стадиона. Основная доля нежилого строительства в Германии состоит из средних коммерческих зданий.

По сравнению с жилищным строительством, нежилое строительство зачастую менее широко представлено в статистических данных о строительной деятельности. Есть небольшой шанс, что данные по общему количеству построенных нежилых зданий или по общей площади этажей общественных зданий доступны из национальной или отраслевой статистики.

Если имеется только число нежилых зданий, можно предположить, что средняя площадь застройки составляет 800 м²/здание, опять же на основе немецких данных. На основе немецких данных по общей площади этажей общественных зданий и по общему количеству нежилых зданий было рассчитано, что в среднем площадь общественных этажей на здание составляет около 1 000 м². Анализ большого количества нежилых зданий в Германии позволяет предположить, что площадь застройки в среднем несколько ниже общей площади этажей общественных зданий (UBA, 2015). Если доступна только общая площадь построенных этажей

общественных зданий, то площадь застройки может быть оценена с использованием 0,8 м² площади застройки на каждый м² площади этажа общественного здания. Что касается крупных нежилых зданий, часто возводимых в густонаселенных городских районах, то можно также предположить, что площадь строительства приблизительно равна площади застройки.

В отсутствие вышеупомянутых данных о деятельности оценка общей площади строительства может оказаться большой проблемой. Одним из возможных вариантов может быть оценка площади строительства на основе финансовых данных для коммерческого нежилого строительства. При отсутствии других данных может использоваться оценка в размере 1 м² на тысячу евро выручки отрасли в качестве показателя по умолчанию.

Строительство дорог

Выбросы при строительстве дорог во многом определяются объемом выемки земли, которая происходит при строительстве. Почти все дорожное строительство связано с большим объемом перемещения земли и движением большегрузных транспортных средств, что приводит к значительно большим выбросам, чем при других строительных работах. Метод US EPA Уровня 1 учитывает только строительство новых дорог или полос, и не рассматривает деятельность по ремонту дорог.

Площадь строительства при строительстве дорог может быть рассчитана от общей длины построенных новых дорог, доступной из национальных статистических источников. Длина площади строительства – это длина участка дороги, в то время как ширина рассчитывается от ширины дорожного полотна, количества полос и обочин. Значение в 36 м была определено UBA (2015) в качестве средней ширины площади строительства для немецкой дорожной системы. Если нет других данных кроме общей длины построенных новых дорог, можно использовать значение площади строительства в 36 000 м² на километр.

3.3 Подход Уровня 2, базирующийся на технологиях

Нет данных по этой категории источника.

3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

3.4.1 Методология

Более детальная методология для анализа выбросов от строительных работ и демонтажа зданий представлена в US EPA (2011): "AP-42, Сборник коэффициентов выбросов веществ, загрязняющих атмосферный воздух". Обзор сборника коэффициентов, относящихся к строительным работам и демонтажу, представлен в таблице 3.5.

Таблица 3-5 Методология оценки выбросов от строительных работ и демонтажа зданий, представленная в AP-42, глава 13.2.3 "Строительство крупных сооружений" (US EPA, 2011).

I. Демонтаж зданий и удаление обломков	1. Демонтаж зданий или других (естественных) препятствий, например, деревьев, валунов и т.д. а. Механическое разделение на части ("шаровая баба") существующих конструкций б. Взрыв существующих конструкций с. Бурение и буровзрывные работы с почвой (общие) d. Общая очистка земли	не применяется не применяется AP-42; 11.9/не применяется AP-42; 11.9
--	---	--

	2. Погрузка обломков на грузовики	AP-42; 13.2.4
	3. Транспортировка обломков на грузовиках	AP-42; 13.2.1 AP-42; 13.2.2
	4. Разгрузка обломков с грузовиков	AP-42; 13.2.4
II. Подготовка площадки (удаление земли)	1. Расчистка бульдозерами	AP-42; 11.9
	2. Разгрузка верхнего слоя грунта скреперами	AP-42; 11.9
	3. Скреперы в пути	AP-42; 11.9
	4. Удаление верхнего слоя грунта скреперами	AP-42; 13.2.3
	5. Погрузка вынутого грунта на грузовики	AP-42; 13.2.4
	6. Сбрасывание сыпучего материала, земляного полотна или других материалов с грузовиков	AP-42; 13.2.4
	7. Укатка	AP-42; 11.9
	8. Сооружение дорожного полотна по заданному уклону	AP-42; 11.9
III. Общие строительные работы	1. Движение транспортных средств	AP-42; 13.2.1 AP-42, 13.2.2
	2. Портативные установки	
	а. Дробление	AP-42; 11.19.2
	б. Просеивание	AP-42; 11.19.2
	с. Перемещение материалов	AP-42; 13.2.4
	3. Другие операции	AP-42; 11

3.4.2 Данные по осуществляемой деятельности

Методологии, приведенные в US EPA с AP-42, требуют очень подробных местных данных, например, содержание пылевидных фракций в материале, содержание пылевидных фракций в дорожном покрытии, влажность материала, средняя скорость ветра, средний вес транспортного средства, средняя скорость транспортного средства, пройденный машино-километр (ВКТ) и т.д. Сбор этих данных предполагается возможным только для отдельных крупных точечных источников.

4 Качество данных

Строительная отрасль включает в себя большое разнообразие различных видов деятельности, и условия, при которых они происходят также сильно варьируются. Оценка неорганизованных выбросов пыли в целом затруднена, а высокая изменчивость делает эту оценку еще более сложной для строительной отрасли.

EPA США не предоставляет оценку качества своей методологии Уровня 1 для строительства, но во всей подтверждающей документации говорится, что результаты могут рассматриваться только как оценка первого порядка. Даже в тех же условиях, в которых проводились вспомогательные

измерения (строительные проекты среднего размера, полусухие условия, умеренное содержание пылевидных фракций), расчетные выбросы являются весьма неопределенными. Возможность корректировки в зависимости от влажности почвы и / или содержания пылевидных фракций может теоретически сделать эту методологию применимой к другим регионам, но этот метод коррекции очень прост, и по мере увеличения коррекции результаты, вероятно, станут еще более неопределенными. Кроме того, методология была разработана для США, где строительные практики могут структурно отличаться от европейских.

Вышеуказанные соображения отражены в оценочных 95% доверительных интервалах коэффициентов выбросов в Таблицах 3.1-3.4, которые являются очень широкими. Только на основе имеющейся информации возможна лишь довольно субъективная оценка неопределенности коэффициентов выбросов. В качестве нижнего предела принимается около 10% (коэффициент 0,1) коэффициента выбросов, а в качестве верхнего предела - около 300% (коэффициент 3).

Помимо неопределенности коэффициентов выбросов, существует также значительная неопределенность в основном параметре деятельности - общей площади строительства. Неопределенность общей площади строительства является результатом неопределенностей различных компонентов оценки, при этом основными источниками неопределенности являются средняя площадь застройки и коэффициент для перехода от площади застройки к площади строительства. Поэтому нижний предел неопределенности площади строительства оценивается в 50% (т. е. коэффициент 0,5), а верхний предел - в 300% (т. е. коэффициент 3). Этот диапазон неопределенности может показаться высоким, однако существует значительная неопределенность в отношении того, в какой степени средняя площадь застройки нежилых зданий, в частности, является репрезентативной для реальной ситуации, которая является чрезвычайно разнообразной.

Наконец, каждый из различных расчетных параметров (средняя продолжительность строительства; эффективность управления любыми применяемыми мерами по сокращению выбросов; Индекс осадков - испарения Торнтон-Уэйта и содержание пылевидных фракций в почве) имеет неопределенность. В совокупности эти параметры, по оценкам, приводят к дополнительной неопределенности, по крайней мере, с коэффициентом 2 (вверх и вниз).

Трудно рассчитать, как эти неопределенности распространяются в общей неопределенности всей методологии. Еще могут существовать дополнительные методологические неопределенности, которые в настоящее время игнорируются. Существует вероятность того, что некоторые вклады, такие как завершение строительства и отделка могут быть недооценены, или вклад почвенной пыли может быть сильно завышен в условиях повышенной влажности (хотя нет никаких прямых указаний на это). Кроме того, для общей неопределенности может быть произведена только субъективная оценка, основанная на всех факторах, способствующих общей неопределенности, и на том факте, что неопределенности в отдельных компонентах, как правило, усредняются в конечном результате, при условии, что отдельные неопределенности независимы друг от друга. Общий нижний и верхний пределы всей методологии оцениваются соответственно на уровне 5-10% и 300 - 500% наилучшей оценки (очень широкий диапазон).

В некоторых случаях информацию об общем вкладе геологической пыли можно оценить по концентрациям трассеров в фоновых ТЧ₁₀ в атмосфере, таких как Si и Al. Поскольку неорганизованные строительные выбросы в основном являются геологической пылью, общий (фоновый) вклад почвенной пыли в количество ТЧ₁₀ в атмосферном воздухе устанавливает верхний предел вклада строительных выбросов. Следует принимать во внимание тот факт, что существуют и другие значительные источники почвенной пыли, такие, как пыль, выдуваемая ветром, сельское хозяйство и повторное попадание пыли в воздух в результате дорожного движения. Поскольку неопределенность вклада строительной деятельности столь высока, расчет

общего вклада почвенной пыли и оценка силы выброса почвенной пыли на основе этого вклада могут служить полезным средством подтверждения достоверности и сокращения верхнего диапазона неопределенности.

5 Глоссарий

EM _{PM10}	Выбросы ТЧ ₁₀
KB _{ТЧ10}	Коэффициент выбросов для данного загрязняющего вещества
A _{строительства}	Площадь, затронутая строительством
d	Длительность строительства
CE	Эффективность мер контроля выбросов
PE	Индекс осадков - испарения Торннтуэйта
s	Содержание пылевидных фракций в почве

6 Список использованной литературы

CSI, 2005, Best Practices for the Reduction of Air Emissions From Construction and Demolition Activities, Prepared for Environment Canada - Transboundary Issues Branch, Prepared by: Cheminfo Services Inc (CSI) March, Canada 2005.

Kimmel J.P.F. et al., 2000, Fugitive emissions of fine particulate matter from (semi) industrial activities, Chapter 13 Construction (in Dutch), Methodology Report prepared by Royal HASKONING from the Ditch Ministry VROM, Netherlands 2000.

MRI, 2006, Background Document for Revisions to Fine Fraction Ratios Used for AP-42 Fugitive Dust Emission Factors, Prepared by Midwest Research Institute (Chatten Cowherd, MRI Project Leader) MRI Project No. 110397, USA 2006.

Muleski, G.E., Cowherd C. Jr and Kinsey J.S., 2005, Particulate emissions from construction activities, J Air Waste Manag Assoc. 2005 Jun; 55(6):772-83, USA 2005.

UBA, 2015, Kampffmeyer, T. and Visschedijk, A.J.H., Development of methodologies for the calculation of air pollutant emissions from the construction industry, Final report prepared by the Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Stuttgart University and TNO Netherlands. Umweltbundesamt, Germany 2015.

Thesing, K., and Huntley, R., 2001, Open Burning and Construction Activities: improved PM Fine Emission Estimation Techniques in the National Emissions Inventory, Paper presented at the 10th, Annual Emission Inventory Conference, Denver, Colorado. May 1 through 3, USA 2001.

US EPA, 1999, Estimating particulate matter emissions from construction operations, final Report prepared by the Midwest Research Institute (MRI) for US EPA Missouri, United States Environmental Protection Agency, USA 1999.

US EPA, 2011, Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition (with revisions till January 2011), United States Environmental Protection Agency, USA 2011.

Visschedijk, A.J.H., Pacyna, J., Pulles, T., Zandveld, P. and Denier van der Gon, H., 2004, Coordinated European Particulate Matter Emission Inventory Program (CEPMEIP), In: Dilara, P. et al. (eds.), Proceedings of the PM emission inventories scientific workshop, Lago Maggiore, Italy 2004.

WRAP, 2006, Fugitive Dust Handbook, Chapter 3. Construction and Demolition, Western Regional Air Partnership (WRAP), Prepared for: Western Governors' Association Colorado, Prepared by: Countess Environmental, USA 2006.

7 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по сжиганию и промышленности, 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/).