

Категория		Название
НО:	1.A.3.a, 1.A.5.b *	Гражданская и военная авиация
ИНЗВ:	080501 080502 080503 080504 080100	Внутреннее движение в зоне аэропорта (циклы посадки-взлета — < 3 000 футов (914 м)) Международное движение в зоне аэропорта (циклы посадки-взлета — < 3 000 футов (914 м)) Внутренние крейсерские полеты (> 3 000 футов (914 м)) Международные крейсерские полеты (> 3 000 футов (914 м)) Военная авиация
МСОК:		
Версия	Руководство 2013	

Основные авторы

Мортен Винтер, Кристин Рипдаль

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

Лэнэ Соренсен, Манфред Каливода, Моника Буковник, Нильс Килде, Риккардо де Лауретис, Роберт Фальк, Даниэла Романо

Оглавление

1	Краткое содержание.....	3
2	Описание источников	4
2.1	<i>Описание процесса</i>	4
2.2	<i>Методики</i>	6
2.3	<i>Выбросы</i>	8
2.4	<i>Средства регулирования</i>	8
3	Методы.....	11
3.1	<i>Выбор метода</i>	11
3.2	<i>Методология Уровня 1 на основе топлива</i>	17
3.3	<i>Метод уровня 2</i>	20
3.4	<i>Методология уровня 3 по типу полета и типу ВС</i>	26
3.5	<i>Профиль химических соединений</i>	34
4	Качество данных	35
4.1	<i>Полнота</i>	35
4.2	<i>Двойной учет с другими секторами</i>	35
4.3	<i>Проверка достоверности</i>	35
4.4	<i>Оценка неопределенности</i>	36
4.5	<i>Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК</i>	36
4.6	<i>Координатная привязка</i>	36
4.7	<i>Отчетность и документация</i>	36
4.8	<i>Области данной методологии, которые требуют проведения дополнительных изысканий</i>	37
5	Глоссарий и аббревиатуры.....	37
6	Список цитированной литературы	38
7	Наведение справок	40
	Приложение А Прогнозы	41
	Приложение Б Дополнительные комментарии по поводу коэффициентов выбросов	43
	Приложение В Фракции ЧУ от авиационных выбросов ТЧ	45
	Приложение Г Пример методов уровня 3А / уровня 3В, Модель предварительного выброса (АЕМ) EUROCONTROL	49

1 Краткое содержание

Объем выбросов, который необходимо учитывать, включает вклад гражданской авиации в выбросы от сжигания от мобильных источников, которые связаны с перевозкой людей и/или грузов по воздуху. Виды осуществляемой деятельности:

- • международное движение в зоне аэропорта (циклы ПВ < 3 00 футов (914 м) ⁽¹⁾);
- международные крейсерские полеты (> 3000 футов (914 м));
- внутреннее движение в зоне аэропорта (циклы ПВ < 3 000 футов (914 м));
- внутренние крейсерские полеты (> 3 000 футов (914 м)).

Объем выбросов, который необходимо учитывать, включает гражданское коммерческое использование аэропланов, включая запланированные и чартерные перевозки пассажиров и грузов, руление по воздуху и авиацию общего назначения. Разделение на международные и внутренние полеты необходимо производить на основе мест отправления и посадки для каждого этапа полета, а не по национальной принадлежности авиакомпании. Топливо, которое используется в аэропортах для наземного транспорта, не включается в данные коды НО, т.к. отчетность о них предоставляется в рамках 1.A.5.b, Другие передвижные источники. Топливо для стационарных источников сжигания в аэропортах также не надо включать. О них сообщается в соответствующей категории стационарных источников сжигания.

Важность данного сектора варьируется от незначительной до очень значительной для вклада некоторых загрязняющих веществ в инвентаризации для многих стран. Важно, что выбросы от этого сектора часто увеличиваются с большей скоростью, чем для многих других источников. Основными загрязняющими веществами, которые образуются в результате данных видов деятельности, являются CO₂ и NO_x, однако важный вклад также делают СО, углеводороды и SO₂.

Отчетность

Составители инвентаризации должны обратить внимание на то, что существуют отличия для внутренних циклов ПВ и крейсерских полетов (коды ИНЗВ 080501 и 080503, соответственно) и международных циклов ПВ и крейсерских полетов (коды ИНЗВ 080502 и 080504, соответственно) между а) Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (КТЗВБР) и Директивой ЕС о национальных потолочных значениях выбросов (Директива о НПЗВ), и б) Механизмом ЕС по мониторингу выбросов парниковых газов и Рамочной Конвенцией ООН по изменению климата (UNFCCC). В особенности эти инструменты содержат различные определения относительно того, надо ли включать элементы внутренних и международных циклов ПВ и крейсерских полетов в отчетность по национальным суммарным показателям или о них следует сообщать как о дополнительных "памятные пунктах". Методические указания о представлении отчетности ЕЭК ООН (UNEP, 2009) предлагают определения для представления отчетности по выбросам в рамках КТЗВБР. Любые вопросы, которые касаются представления отчетности по выбросам в рамках конвенции, следует направлять в Центр Программы сотрудничества по мониторингу и оценке переноса на большие расстояния загрязняющих веществ над европейской территорией (ЕМЕП) по кадастрам и прогнозам выбросов (CEIP).

(1) ПВ – аббревиатура цикла посадки-взлета. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) определяет цикл ПВ как деятельность, осуществляемая на высоте ниже 3 000 футов (914 м)

2 Описание источников

2.1 Описание процесса

Выбросы отработанных газов от авиации возникают в результате сжигания топлива для реактивных двигателей (авиакеросина и бензина для реактивных двигателей) и авиационного бензина. Они возникают в результате двух видов деятельности, изображенных на рисунке 2-1.

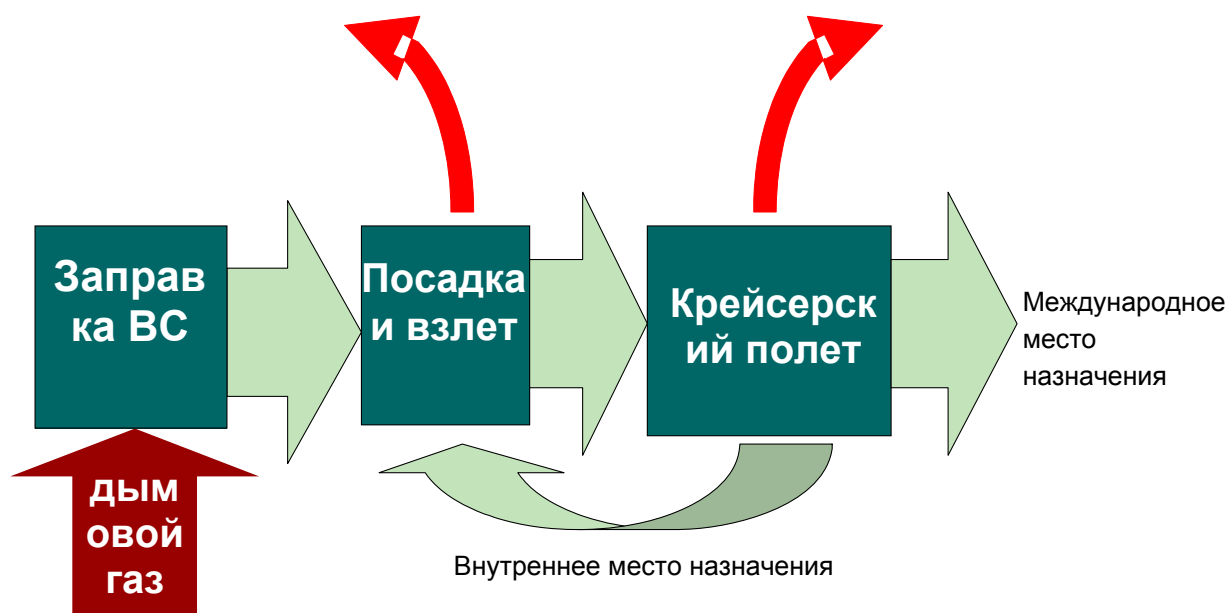


Рисунок 2-1 Структурная схема вклада авиации в выбросы от сжигания мобильных источников

- Цикл посадка/взлет включает все виды деятельности в районе аэропорта, которые происходят на высоте до 3 000 футов (914 м). Поэтому сюда включаются заруливание, выруливание, уход с набором высоты и заход на посадку.
- Под крейсерским полетом понимаются все виды деятельности, которые осуществляются на высоте выше 3 000 футов (914 м). Верхнее предельное значение высоты не приводится. Крейсерский полет в данном справочнике включает подъем от окончания ухода с набором высоты в цикле ПВ до крейсерской высоты, крейсерский полет и снижение с крейсерской высоты до начала операций посадки цикла ПВ. Стандартные циклы полета изображены на рисунке 2-2 внизу.

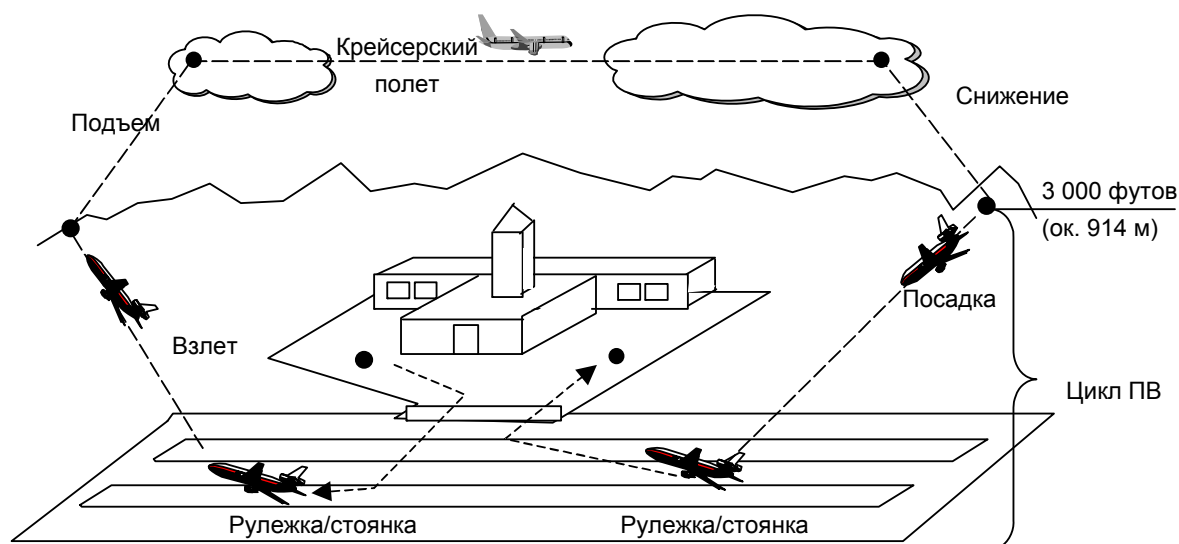


Рисунок 2-2 Стандартные циклы полета

В принципе, виды деятельности включают все полеты в стране. Воздушное движение гражданской авиации (которая включает авиацию общего назначения) часто разделяется на три категории, при этом боевые военные полеты составляют четвертую категорию:

- категория 1 — полеты гражданской авиации по правилам полетов по приборам (ППП);
- категория 2 — полеты гражданской авиации по правилам визуальных полетов (ПВП), которые также называют авиацией общего назначения;
- категория 3 — вертолеты гражданской авиации;
- категория 4 — боевые военные полеты.

Часто летные данные регистрируются только для категории 1, и большинство выбросов происходит из-за них. Категория 2 включает суда малой авиации используемые для отдыха, сельскохозяйственных нужд, перевозки частных лиц и т.д.

По большей части данные доступны для турбовентиляторных двигателей, однако оценки необходимо делать также для самолетов с турбовинтовыми и поршневыми двигателями (которые в настоящее время не являются объектом нормирования состава выбросов).

Самолеты из категории 1 можно классифицировать по типам и двигателям, как указано в таблице 2-1. В данной таблице приводятся типы самолетов и двигателей, которые чаще всего используются в европейской и американской авиации, однако другие двигатели также могут использоваться в значительных количествах. Также необходимо отметить, что магистральные воздушные суда, которые не включены в этот список, могут быть важным источником показателей потребления топлива (например, DC10, A340). Кроме того, выбросы от самолетов с турбовинтовыми двигателями могут быть значительными в национальной авиации в некоторых странах. Существуют остальные типы ВС и двигателей, реактивные двигатели можно посмотреть в документах **Международной организации гражданской авиации (ICAO)** (1995) или в базе данных ICAO на сайте британской авиационной администрации (www.caa.co.uk/default.aspx?catid=702&pagetype=90).

Виды деятельности военных ВС (категория 4) в общем включены в данную инвентаризацию. Однако их оценка может представлять определенные трудности из-за того, что информации мало и часто она является секретной. Необходимо учитывать, что некоторые передвижения военных ВС можно также включать в категорию 1, например, небоевые виды деятельности.

Другие выбросы, возникающие в результате следующих видов деятельности:

- запуск двигателей,

- работа вспомогательных установок,
- аварийный слив топлива,
- заправка и транспортировка топлива,
- техническое обслуживание двигателей ВС,
- покраска ВС,
- служебные автомобили для бортипитания и других средств обеспечения,
- защита от обледенения и противообледенительная обработка ВС, когда большая часть используемых веществ стекает с крыльев во время стоянки, рулежки и взлета и испаряется.

Выбросы от запуска двигателей

В настоящий момент доступно немного информации относительно оценки выбросов от запуска двигателей. Запуск двигателей не включается в цикл ПВ. Это не имеет большого значения для суммарных национальных показателей выбросов, однако может оказывать влияние на качество воздуха в районе аэропортов.

Работа вспомогательных установок

Вспомогательные силовые установки (ВСУ) используются, когда другие источники питания для ВС недоступны, и могут отличаться в зависимости от аэропорта. Например, когда ВС находится на стоянке не рядом со зданием аэровокзала. Использование топлива ВСУ и соответствующие выбросы необходимо распределять на основе операций ВС (количество посадок и взлетов). Однако методы пока еще не разработаны. Использование ВСУ строго ограничивается в некоторых аэропортах для поддержания качества воздуха, поэтому выбросы от этого источника использования топлива и выбросов могут уменьшаться. В целом показатели потребления топлива и вклад в выбросы от этого источника рассматриваются как очень небольшие (Winther et al., 2006).

Аварийный слив топлива

Иногда необходимо сливать топливо из ВС перед посадкой, чтобы не превысить определенный максимальный посадочный вес. Это выполняется в таком месте и на такой высоте, при которых влияния на землю оказано не будет. Топливо сбрасывают только магистральные ВС. Выбросы неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) могут стать значительными в очень больших аэропортах с большим количеством магистральных полетов. Однако, т.к. наиболее вероятной высотой этих выбросов будет 1 000 м, в настоящий момент они не подходят для отчетности для Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН). Администрация аэропорта и авиакомпания могут владеть информацией о степени выбросов (частота и объем) и высоте для конкретных аэропортов.

2.2 Методики

В общем, существует два типа двигателей: поршневые двигатели и газотурбинные двигатели. Поршневые двигатели извлекают энергию от топлива, сжигаемого в камере сгорания с помощью поршня и криво-шатунного механизма. Это приводит в движение воздушные винты, которые сообщают суммарный импульс ВС. Газотурбинные двигатели сжимают воздух перед сжиганием топлива в камере сгорания, таким образом, нагревая его. Большая часть энергии используется для движения ВС, в то время как небольшая часть используется для приведения в движения турбины, которая приводит в действие компрессор. Турбореактивные двигатели используют энергию только от расширения потока выходящих газов для движения, в то время как турбовентиляторные

и турбовинтовые двигатели используют энергию от турбины для приведения в движение вентилятора или винта для движения.

Таблица 2-1 Перемещения в Европе на тип ВС*, 1998 г.

	Передвижения на тип ВС %	% локальных (не трансатлантических) передвижений для этого типа	Кол-во двигателей	Типы двигателей	Наиболее используемые двигатели
Boeing B 737, без уточнения	14,8	99,6	2	TF	PW JT8D-17, CFMI CFM56-3
Airbus A 320	8,6	99,6	2	TF	CFMI CFM56-5A
McDonnell Douglas MD 80	8,1	100	2	TF	PW JT8D-217
ATR	5,2	100	2	TP	PWC PW120, PW124
BAe 146	4,6	100	4	TF	LY ALF 502R-5
Boeing B 757	3,4	95,3	2	TF	PW 2037
Boeing 737-100	3,3	99,7	2	TF	PW JT8D-17, CFMI CFM56-3
Fokker F-50	3,1	100	2	TP	PW125B
De Havilland DASH-8	2,8	100	2	TP	PW 121/123
Boeing B 767	2,7	46,8	2	TF	GE CF6-80A2, GECF6-80C2B6
Canadair Regional Jet	2,1	100	2	TF	LY ALF 502L-2C
McDonnell Douglas DC 9	1,8	99,8	2	TF	JT8D-15
Boeing B 727	1,7	99,6	3	TF	JT8D-7B
Fokker 100	1,6	100	2	TF	RR TAY 620-15
Boeing B 747 100-300	1,5	43,4	4	TF	PWJT9D-7A, PW4056
SAAB 2000	1,4	100	2	TP	AN GMA2100A
SAAB 340	1,4	100	2	TP	GE CT7-5A2
Airbus A 310	1,3	88,5	2	TF	GE CF6-80C2A5, PW JT9-7R4EI
Airbus A 300	1,0	93,7	2	TF	GE CF6-80C2A5, PW JT9-7R4EI

Источник данных: Eurocontrol - STATFOR, Управление гражданской авиации Норвегии (личные контакты)

Примечания:

TJ - турбореактивный, TF - турбовентиляторный, TP - турбовинтовой, R - поршневой, O – с оппозитными поршнями.

*Кол-во передвижений не обязательно отражает относительную значимость в сфере использования топлива и выбросов, что кроме того определяется в основном размером ВС и расстояниями полета.

Виды деятельности военных ВС (категория 4) в общем включены в данную инвентаризацию. Однако их оценка может представлять определенные трудности из-за того, что информации мало и часто она является секретной. Необходимо учитывать, что некоторые передвижения военных ВС можно также включать в категорию 1, например, небоевые виды деятельности.

2.3 Выбросы

Выбросы от авиации происходят из-за использования топлива для реактивных двигателей (авиакеросина и бензина для реактивных двигателей) и авиационного бензина (используется только для небольших поршневых двигателей), которые используются в качестве топлива для ВС. Следовательно, основными загрязняющими веществами являются те, которые возникают в результате сжигания, т.е. CO₂, CO, углеводороды и оксиды азота, при этом выбросы SO₂ зависят от уровня серы в топливе. Другими важными веществами, которые выделяются в относительно небольших концентрациях, являются ТЧ, N₂O и CH₄.

2.4 Средства регулирования

Текущая природоохранная деятельность ИКАО по большей части осуществляется с помощью Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации (САЕР), который был основан Советом в 1983 г. Регулируемыми веществами являются:

- оксиды азота (последнее обновление в 2005 г.);
- окись углерода (последнее обновление в 1997 г.);
- несгоревшие углеводороды (последнее обновление в 1984 г.); и
- дым двигателей.

Соответствие стандартам по оксидам азота является самой трудной задачей для производителей авиационных двигателей.

Постановления ИКАО, в соответствии с которыми производится сертификация двигателей, выдаются в форме общего количества загрязняющих веществ (Dp), которые выбрасываются за цикл ПВ, деленного на максимальную тягу на уровне моря (F₀₀), и изображается в зависимости от степени повышения давления в двигателе при максимальной тяге на уровне моря. В таблице 2-2 приведены режимы работы двигателя и время режимов цикла ПВ, указанные ИКАО (ИКАО, 1993).

Таблица 2-2 Стандартные циклы посадки и взлета относительно установок тяги и времени в определенном режиме

Рабочий режим	Установка тяги (% от максимальной статической тяги на уровне моря)	Время режима (мин)
Взлет	100 %	0,7
Уход с набором высоты	85 %	2,2
Заход на посадку	30 %	4,0
Рулежка/земной малый газ	7 %	26,0

Источник: ИКАО, 1993

Предельные значения для NO_x приводятся по формуле в таблице 2-3.

Таблица 2-2 Текущие сертификационные предельные значения NO_x для турбореактивных и турбовентиляторных двигателей

ТЕКУЩИЕ ПОСТАНОВЛЕНИЯ				Применяются с ноября 2005 г.
	двигатели, впервые произведенные до 31.12.1995 и для двигателей, произведенных до 31.12.1999	двигатели, впервые произведенные после 31.12.1995 и для двигателей, произведенных после 31.12.1999	двигатели, единичный серийный образец которых был произведен после 31 декабря 2003 г.	двигатели, единичный серийный образец которых был произведен после 31 декабря 2007 г.
Применяется для двигателей > 26,7 кН	$D_p/F_{oo} = 40 + 2\pi_{oo}$	$D_p/F_{oo} = 32 + 1,6\pi_{oo}$		
Двигатели со степенью повышения давления менее 30				
Тяга более 89 кН			$D_p/F_{oo} = 19 + 1,6\pi_{oo}$	$D_p/F_{oo} = 16,72 + 1,4080\pi_{oo}$
Тяга от 26,7 кН и не более 89 кН			$D_p/F_{oo} = 37,572 + 1,6\pi_{oo} - 0,208F_{oo}$	$D_p/F_{oo} = 38,54862 + (1,6823\pi_{oo}) - (0,2453F_{oo}) - (0,00308\pi_{oo}F_{oo})$
Двигатели со степенью повышения давления более 30 и менее 62,5				
Тяга более 89 кН			$D_p/F_{oo} = 7+2,0\pi_{oo}$	$D_p/F_{oo} = -1,04 + (2,0*\pi_{oo})$
Тяга между 26,7 кН и не более 89 кН			$D_p/F_{oo} = 42,71 + 1,4286\pi_{oo} - 0,4013F_{oo} + 0,00642\pi_{oo}F_{oo}$	$D_p/F_{oo} = 46,1600 + (1,4286\pi_{oo}) - (0,5303F_{oo}) - (0,00642\pi_{oo}F_{oo})$
Двигатели со степенью повышения давления 82,6 кН или более			$D_p/F_{oo} = 32+1,6\pi_{oo}$	$D_p/F_{oo} = 32+1,6\pi_{oo}$
<i>Источник: Международные стандарты и рекомендуемые практики, Защита окружающей среды, ИКАО, приложение 16, том II, часть III, параграф 2.3.2, 2-е издание, июль 1993 г., и приложения: Приложение 3 (20 марта 1997 г.), приложение 4 (4 ноября 1999 г.), приложение 5 (24 ноября 2005 г.).</i>				
<p>где: D_p = сумма выбросов за цикл ПВ в г F_{oo} = тяга при взлете на уровне моря (100 %) π_{oo} = степень повышения давления при тяге при взлете на уровне моря (100 %)</p> <p>Дальнейшую информацию о законах можно получить на сайте ИКАО www.icao.int/icao/en/env/aee.htm</p>				

Эквивалентные предельные значения HC и CO – $D_p/F_{oo} = 19,6$ для HC и $D_p/F_{oo} = 118$ для CO (ИКАО, Приложение 16, том II, параграф 2.2.2).

Дым ограничен нормируемым количеством дыма = $83,6*(F_{oo})^{(-0,274)}$ или 50, в зависимости от того, что меньше.

Данные в этом отчете важны, т.к. показывают, что в то время как сертификационные предельные значения для NO_x уменьшаются, значения для дыма, СО и НС остаются неизменными.

Вклад воздушного движения в суммарные показатели выбросов:

Предполагается, что суммарный вклад выбросов ВС в суммарные общие антропогенные выбросы СО₂ составляет около 2 % (IPCC, 1999). Этот относительно небольшой вклад в мировые выбросы необходимо рассматривать в связи с тем, что большинство выбросов от ВС происходит напрямую в верхние слои тропосферы и нижние слои стратосферы. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) пришла к выводу, что вклад в радиационное воздействие составляет около 3,5 %. Важность данного источника увеличивается, т.к. постоянно увеличивается объем воздушного движения.

Важность воздушного движения в Европе для различных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, показана в таблице 2-4.

Таблица 2-4 Диапазон вклада выбросов веществ, загрязняющих атмосферный воздух, по которым представлена отчетность, от воздушного движения в 2007 г., проиллюстрирована для группы стран ЕС-27. % от национальных суммарных показателей, отчетность по которым представлена в КТЗВБР.

Категория	Внутренние и международные циклы ПВ (%)	Внутренние крейсерские полеты (%)	Международные крейсерские полеты (%)
SO ₂	0-0,6	0-0,4	0-3,4
NO _x	0-5,6	0-1,5	0-9,8
НМЛОС	0-3,8	0-1,1	0-1,0
СО	0-6,1	0-0,6	0-2,0
ТЧ ₁₀	0-0,7	0-0,2	0-2,0
ТЧ _{2,5}	0-0,9	0-1,8	0-3,9

Источник: EEA Dataservice. Комплекты данных 1990-2007 гг. кадастров выбросов КТЗВБР Европейского Сообщества.

3 Методы

3.1 Выбор метода

3.1.1 Краткое содержание

На Рисунке 3-1 представлена схема выбора методов для оценки выбросов от авиации. Это дерево принятия решений применимо ко всем странам. При оценке авиационных выбросов необходимо учитывать следующее:

- используйте как можно более подробную информацию;
- если категория источников является ключевым источником, тогда для оценки выбросов следует использовать метод уровня 2 или уровня 3.

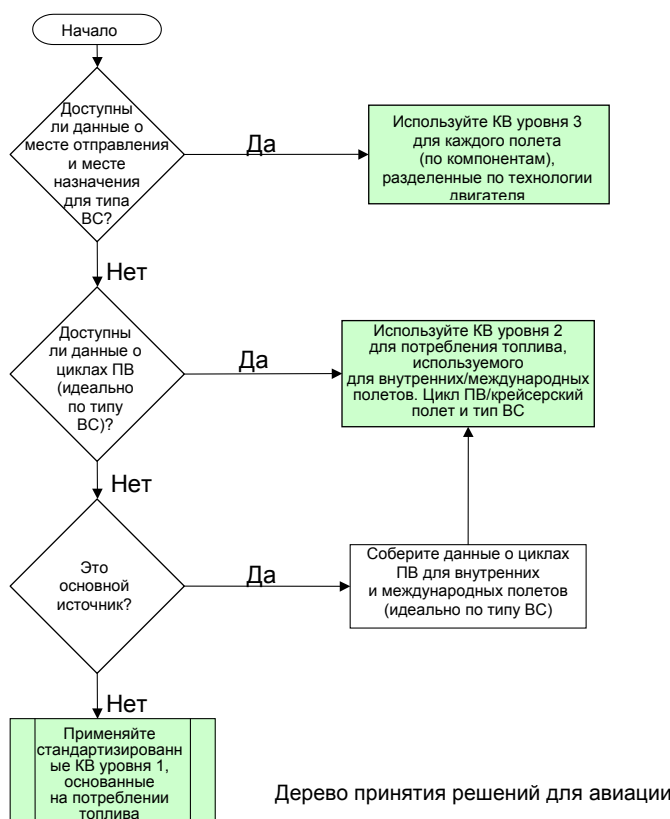


Рисунок 3-1 Дерево принятия решений для выбросов от авиации

Три уровня упорядочены с уровнями, установленными в Методических указаниях IPCC 2006.

В таблице 3-1 обобщены данные, необходимые для использования трех уровней с точки зрения измерения деятельности и степени стратификация технологии, необходимой для полетов категории 1 (ППП). Часто будет происходить так, что общие выбросы для полетов категории 2 и 3 будут относительно небольшими, а доступных статистических данных будет настолько мало, что для этих частей можно применять подход уровня 1.

Таблица 3-1 Обзор входных данных, необходимых для трех уровней методов инвентаризации

	Тип деятельности	Стратификация технологии
Уровень 1	Данные о продаже топлива с разделением на внутреннее и международное применение. Общее кол-во внутренних и международных циклов ПВ.	Используйте данные о среднем смешанном парке (например, обобщенные КВ ВС) и средние коэффициенты для циклов ПВ и крейсерских полетов.
Уровень 2	Данные о продаже топлива с разделением на внутреннее и международное применение, как для уровня 1. Кол-во внутренних и международных циклов ПВ на тип ВС.	Использованием КВ для циклов ПВ для конкретных ВС и средние КВ для крейсерских полетов.
Уровень 3	Данные для каждого полета с типом ВС и расстоянием полета с разделением на внутренние и международные полеты.	Используйте данные для конкретных ВС из сводных ведомостей в этой главе, которые доступны по адресу http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook

Методы уровня 1 и уровня 2 основаны на данных циклов ПВ и кол-ве проданного или используемого топлива, как показано на рисунке 3-2. Предполагается, что использованное топливо равно проданному топливу. С помощью данных об общем объеме проданного топлива распределение производится в соответствии с требованиями к представлению отчетности в IPCC и ЕЭК ООН. Оценку выбросов можно выполнить с помощью методологии уровня 1 или уровня 2, как изложено ниже.

Для оценки суммарные показатели выбросов CO₂, SO₂ и тяжелых металлов достаточно методологии уровня, т.к. выбросы данных загрязняющих веществ зависят только от топлива, а не от технологии. Выбросы ТЧ₁₀ или ТЧ_{2.5} зависят от ВС и полезной нагрузки. Поэтому при оценке суммарных показателей выбросов данных загрязняющих веществ может иметь смысл более подробный учет деятельности ВС, который используется в методологии уровня 2. Методологию уровня 3 можно использовать для получения независимой оценки выбросов топлива и CO₂ от внутреннего воздушного движения.

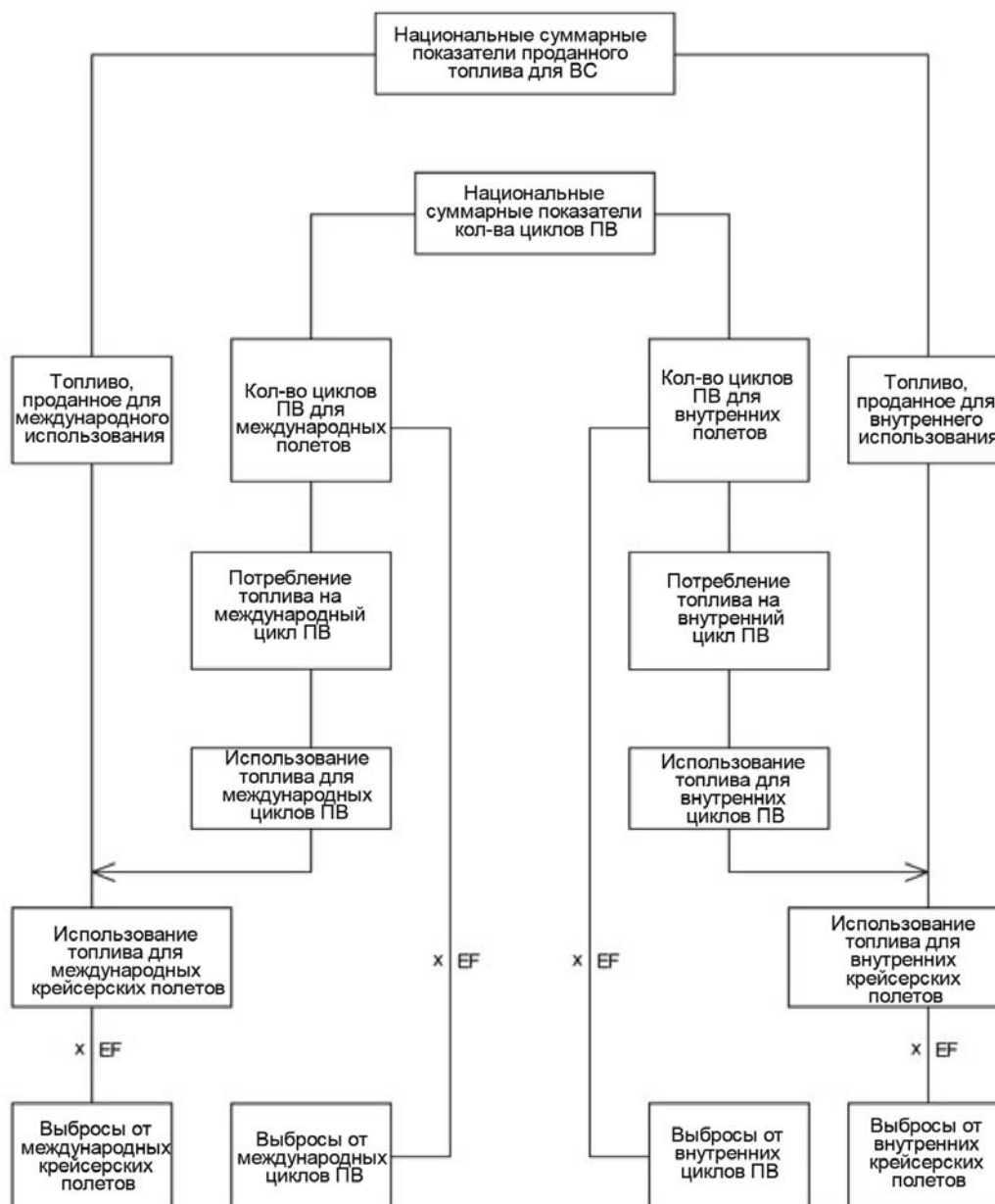


Рисунок 3-2 Оценка выбросов ВС с помощью методологий уровня 1 и уровня 2

3.1.2 Выбор данных по осуществляемой деятельности

Метод получения статистических данных по осуществляемой деятельности является очень важным для выбора между уровнем 1 и уровнем 2. Т.к. отчетность по выбросам от внутренней авиации предоставляется отдельно от отчетности по международной авиации, а также для циклов ПВ и крейсерских полетов, необходимо произвести разукрупнение данных по осуществляемой деятельности между этими компонентами. В данном разделе представлены варианты того, как это следует делать – которые также согласованы с подходом по оценке парниковых газов. Главной отправной точкой является национальная статистика по показателям потребления топлива, а для уровня 2 – данные о взлетах и посадках с более подробной информацией о типе ВС.

Разделение на внутренние и международные данные

Для разукрупнения данных по осуществляемой деятельности на внутренние и международные, необходимо применять следующие определения независимо

от государственной принадлежности перевозчика (таблица 3-2). Для согласованности в соответствии с требованиями добросовестной практики используйте одинаковые определения для внутренних и международных типов деятельности для авиации. В некоторых случаях национальная энергетическая статистика не может предоставить данные, согласованные с данным определением. В соответствии с требованиями добросовестной практики рекомендуется, чтобы страны отделяли данные по осуществляемой деятельности, согласованные с данным определением. В любом случае страна должна ясно определять используемые методологии и допущения.

Таблица 3-2 Критерии определения международной или внутренней авиации (применяются для отдельных участков полета с более чем одним взлетом и посадкой).

Тип полета между двумя аэропортами	Внутренний	Международный
Отправление и прибытие в одной стране	Да	Нет
Отправление из одной страны, а прибытие в другую страну	Нет	Да

Примечание

Согласно прошлому опыту составления инвентаризаций авиационных выбросов были выявлены трудности относительно разделения на международные и внутренние данные, в особенно в отношении получения данных о подъеме и снижении пассажиропотока и грузопотока в одной и той же стране, которые необходимы в соответствии с Руководящими принципами *IPCC 1996/ GPG 2000* (Сводный отчет Совещания экспертов ICAO/UNFCCC, апрель 2004 г.). Большинство летных данных собирается на основе отдельных участков полета (от взлета до следующего приземления). Различные типы промежуточных посадок не различаются (как требуется в *GPG 2000*). Поэтому проще основываться на данных об участках полета (пункт отправления и назначения), что снижает количество неопределенностей. Маловероятно, что это изменение приведет к значительному изменению количественных оценок выбросов ⁽²⁾. Это не приводит к изменению способа, с помощью которого представляется отчетность по выбросам от международных полетов в качестве памятного пункта. Эти выбросы не включаются в национальные суммарные показатели.

Улучшение технологии и оптимизация методов работы авиакомпаний значительно сократили необходимость промежуточных технических посадок. Промежуточная техническая посадка также не приводит к изменению определения полета как внутреннего или международного. Например, если доступны конкретные данные, страны могут определять международные участки полета, при которых отправление происходит из одной страны, а прибытие совершается в другую страну с промежуточной технической остановкой. Техническая остановка совершается исключительно для дозаправки или решения технических проблем, а не для смены пассажиров или груза.

Если национальная энергетическая статистика уже не предоставляет данные, согласованные с этим определением, тогда страны должны оценивать разделение на внутреннее и международное потребление топлива в соответствии с определением, используя указанные ниже подходы.

Нисходящие данные можно получить от налогового управления в случаях, когда топливо, проданное для внутреннего использования, облагается налогом, а топливо для международного использования налогом не облагается. Аэропорты или поставщики топлива могут располагать данными о поставках авиакеросина и авиационного бензина для внутренних и международных рейсов. В большинстве стран подлежащие выплате налоги и таможенные пошлины вводятся на топливо для внутреннего потребления, а топливо для международного потребления (бункеры) такими пошлинами и налогами не облагается. Если непосредственные источники данных отсутствуют, для различия

(1) в соответствии с требованиями добросовестной практики рекомендуется ясно указывать причины и обоснования, по которым в какой-либо стране используются определения РДП2000.

внутреннего потребления топлива от международного можно использовать данные о внутренних налогах.

Восходящие данные можно получить из обзоров авиакомпаний о использовании топлива для внутренних и международных полетов или оценок информации о движении ВС и стандартных таблиц потребления топлива, или из обоих источников. Коэффициенты потребления топлива для ВС (топливо, используемое за цикл ПВ и на морскую милю крейсерского полета), которые можно получить от авиакомпаний, можно использовать для оценок.

Примеры источников восходящих данных, включая информацию о движении ВС:

- статистические органы или министерства по транспорту как часть национальной статистики,
- данные аэропортов,
- данные Управления воздушным движением (УВД), например, статистика Евроконтроля,
- расписания воздушных перевозчиков, которые ежемесячно публикуются в Руководстве для действующих авиакомпаний, в котором содержится мировой график движения пассажирских и грузовых ВС, а также регулярные запланированные вылеты чартерных операторов. В нем нет информации о случайных движениях чартерных ВС.

В некоторых из этих источников описываются не все полеты (например, чартерные полеты могут не включаться). С другой стороны, данные графика авиакомпаний могут включать дублированные полеты из-за код-шеринга между авиакомпаниями или дублированные номера рейсов. Для определения и устранения дублированных данных были разработаны специальные методы (Vaughcum et al., 1996; Sutkus et al., 2001).

Тяжелые коммерческие ВС

Эта категория включает ВС, которые по большей части отражают рабочий парк 2004 г. и некоторые типы ВС для обратной сопоставимости, определяемые второстепенными моделями. Для уменьшения размера таблицы некоторые второстепенные модели были сгруппированы, если коэффициенты выбросов цикла ПВ были идентичными. Исходным источником данных для коэффициентов выбросов циклов ПВ тяжелых коммерческих ВС является База данных ИКАО по выбросам выходящих газов двигателя (ИКАО, 2004а). Данные ИКАО являются основой для дальнейшего моделирования коэффициентов выбросов циклов ПВ и крейсерского полета, выполненного МЕЕТ (1997) и ANCAT (1998) в виде таблицы в данной главе, которую можно найти на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС (www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook).

Турбовинтовые ВС

Данная группа включает ВС, которые представляют парк турбовинтовых ВС 2004 г., который может быть представлен тремя характерными размерами ВС на основе мощности на валу двигателя в л.с. Исходным источником данных для коэффициентов выбросов циклов ПВ турбовинтовых ВС является База данных выбросов циклов ПВ шведского авиационного института (FOI).

Эквивалентные данные для региональных реактивных ВС, реактивных ВС малой тяги (двигатели с тягой ниже 26,7 кН) и ВС с поршневыми двигателями необходимо получить из других источников. Соотношение между фактическими ВС и типичными моделями ВС представлено в таблицах 3–7 и 3–8.

Данные по парку ВС также можно получать из различных источников. ИКАО собирает данные о парке с помощью двух статистических подпрограмм: парк коммерческих воздушных перевозчиков, данные о котором предоставляются странами по своим воздушным перевозчикам, и регистр гражданских ВС, который предоставляется странами для гражданской авиации в соответствии со своими регистрами по состоянию на 31 декабря (ИКАО, 2004b).

Некоторые страны ИКАО не участвуют в сборе этих данных, частично из-за того, что трудно разделить парк на коммерческих и некоммерческих. Следовательно, ИКАО также пользуется внешними источниками. Одним из этих источников является Международный регистр гражданской авиации, 2004, опубликованный Бюро Веритас (Франция), САА (Великобритания) и ENAC (Италия) совместно с ИКАО. В этой базе

данных содержится информация из регистров гражданской авиации 45 стран (включая Соединенные штаты), что включает более 450 000 ВС.

Кроме того существуют коммерческие базы данных, которыми пользуется ИКАО. Ни одна из них не описывает весь парк, т.к. они имеют ограничения по объему и размеру ВС. Среди них данные по авиационному парку BACK (ВС с неизменяемой геометрией крыла с количеством мест более 30), база данных AirClaims CASE (коммерческие реактивные и турбовинтовые ВС с неизменяемой геометрией крыла), BUCHAir, издательства JP Airline Fleet (ВС с неизменяемой геометрией крыла и винтокрылые ВС). Другие компании, например, AvSoft, также могут обладать подходящей информацией. Более подробную информацию можно найти на сайтах этих компаний.

3.1.3 Военные ВС

Хотя отчетность по военной авиации здесь не приводится, целесообразно привести краткое описание методологии в данной главе с перекрестными ссылками из главы по коду НО 1.A.5.

Военная деятельность здесь определяется как деятельность, для которой используется топливо, которое покупается или поставляется военным руководством страны. Выбросы от авиационного топлива можно оценить с помощью алгоритма уровня 1 и такого же подхода к вычислениям, который рекомендуется для гражданской авиации. Некоторые типы военно-транспортных ВС и самолетов обладают такими же топливными характеристиками и характеристиками выбросов, как и гражданские ВС. Поэтому стандартизованные коэффициенты выбросов для гражданских ВС следует использовать для военной авиации, если данные лучшего качества недоступны. Или же использование топлива можно оценивать по часам наработки. Коэффициенты потребления топлива по умолчанию для военной авиации представлены в таблице 3–9 и 3–10.

Военные ВС (транспортные самолеты, вертолеты и истребители) могут не иметь гражданских аналогов, поэтому рекомендуется использовать более подробный метод анализа данных, если данные доступны. Составители инвентаризации должны консультироваться с военными экспертами для определения наиболее подходящих коэффициентов выбросов для военной авиации страны.

Из-за соображений конфиденциальности многие составители инвентаризации могут испытывать трудности во время получения данных о количестве топлива, используемого для военной авиации. Военная деятельность здесь определяется как деятельность, для которой используется топливо, которое покупается или поставляется военным руководством страны. Страны могут применять правила, отделяющие гражданские, национальные и международные авиационные операции от военных операций, когда данные, необходимые для применения этих правил, доступны и их можно сравнить. В этом случае о международных военных выбросах можно сообщать в разделе Международной авиации (Международные бункеры), но затем их необходимо демонстрировать отдельно. Данные о военном использовании топлива следует получать от государственных военных учреждений или поставщиков топлива. Если данные о выработанном топливе недоступны, все топливо, проданное для военной деятельности, следует рассматривать как топливо для внутренних полетов.

Выбросы от разнообразных операций в соответствии с Уставом Организации Объединенных наций (ООН) не следует включать в национальные суммарные показатели; другие выбросы, которые относятся к операциям, необходимо включать в национальные суммарные показатели выбросов одной или более сторон, участвующих в операциях. В национальных расчетах необходимо учитывать топливо, поставляемое военным страны, а также топливо, поставляемое внутри страны, но используемое военными других стран. Другие выбросы, которые относятся к операциям (например, внедорожные средства наземного обслуживания), необходимо включать в национальные суммарные показатели выбросов в соответствующую категорию источников.

Эти данные необходимо использовать с осторожностью, т.к. положение дел в странах может отличаться от того, которое предполагается в данной таблице. В частности, на пройденное расстояние и потребление топлива может влиять структура маршрутов в стране, перегруженность аэропорта и практика управления воздушным движением.

3.2 Методология Уровня 1 на основе топлива

3.2.1 Алгоритм

Подход уровня 1 для авиации основан на количестве данных о потреблении топлива для авиации, которые разделяются на данные для циклов ПВ и крейсерских полетов отдельно для внутренних и международных полетов. В методе используется простой подход для оценки разделения использования топлива для крейсерского полета и цикла ПВ, как условно показано на рисунке 3-2. (Этот подход назывался "очень простой метод" в предыдущей версии руководства.

В подходе уровня 1 для авиационных выбросов используется общее уравнение:

$$E_{pollutant} = AR_{fuel\ consumption} \times EF_{pollutant} \quad (1)$$

где:

$E_{pollutant}$ = годовые показатели выбросов загрязняющих веществ для каждой фазы цикла ПВ и крейсерского полета для внутренних и международных полетов;

$AR_{fuel\ consumption}$ = показатели интенсивности осуществляемой деятельности по потреблению топлива для каждой фазы полета и типа маршрута полета;

$EF_{pollutant}$ = коэффициент выбросов загрязняющих веществ для соответствующей фазы полета и типа маршрута полета.

Данное уравнение применяется на национальном уровне с использованием годовых суммарных показателей использования топлива, разделенных на внутренние и международные полеты. Информация о потреблении топлива для внутренних и международных полетов можно получить из национальной статистики, как описано выше, или же из статистических ежегодников ООН или у национальных статистических служб. Количественные оценки выбросов ВС в соответствии с уровнем 1 можно получить, следуя этапам, подробно описанным в подразделе 3.2.3.

3.2.2 Стандартизованные коэффициенты выбросов

Коэффициенты выбросов уровня 1 ($EF_{pollutant}$, Тип топлива) предполагают использование усредненной технологии для парка, а также знание количества внутренних и международных циклов ПВ для страны. Стандартизованные коэффициенты выбросов представлены в Таблице 3–3, однако статистику необходимо разбить на данные о крейсерских полетах и циклах ПВ, а также на внутренние и международные полеты.

Если доступна статистика об использовании топлива и количестве циклов ПВ для внутренних и международных полетов, можно использовать предположения о потреблении топлива для циклов ПВ для разбивки этих данных на данные для циклов ПВ и крейсерских полетов с помощью следующего уравнения.

(УРАВНЕНИЕ 1 ДЛЯ АВИАЦИИ)

Общий объем топлива = топливо циклов ПВ + топливо крейсерских полетов

Где:

(УРАВНЕНИЕ 2 ДЛЯ АВИАЦИИ)

Общий объем топлива = кол-во циклов ПВ x потребление топлива на цикл ПВ

(УРАВНЕНИЕ 3 ДЛЯ АВИАЦИИ)

Топливо крейсерских полетов = общее потребление топлива – потребление топлива циклов ПВ

3.2.2.1 Авиакеросин

Используя соотношения выше и данные в таблице 3–3, можно рассчитать выбросы для четырех различных кодов НО.

Таблица 3–3 Коэффициенты выбросов и использование топлива для методологии уровня 1 при использовании авиакеросина в качестве топлива Коэффициенты выбросов приведены на представительной выборке ВС

Коэффициенты выбросов уровня 1									
Внутренние	Топливо	SO₂	CO₂	CO	NO_x	НМЛОС	CH₄	N₂O	ТЧ_{2,5}
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — средний парк (B737-400)	825	0,8	2600	11,8	8,3	0,5	0,1	0,1	0,07
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — старый парк (B737-100)	920	0,9	2900	4,8	8,0	0,5	0,1	0,1	0,10
Крейсерский полет (кг/тонна) — средний парк (B737-400)	-	1,0	3150	2,0	10,3	0,1	0	0,1	0,20
Крейсерский полет (кг/тонна) — старый парк (B737-100)	-	1,0	3150	2,0	9,4	0,8	0	0,1	0,20
Международные	Топливо	SO₂	CO₂	CO	NO_x	НМЛОС	CH₄	N₂O	ТЧ_{2,5}
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — средний парк (B767)	1617	1,6	5094	6,1	26,0	0,2	0,0	0,2	0,15
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — средний парк (малое расстояние, B737-400)	825	0,8	2600	11,8	8,3	0,5	0,1	0,1	0,07
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — средний парк (большое расстояние, B747-400)	3400	3,4	10717	19,5	56,6	1,7	0,2	0,3	0,32
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — старый парк (DC10)	2400	2,4	7500	61,6	41,7	20,5	2,3	0,2	0,32
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — старый парк (малое расстояние, B737-100)	920	0,9	2900	4,8	8,0	0,5	0,1	0,1	0,10
Цикл ПВ (кг/цикл ПВ) — старый парк (большое расстояние, B747-100)	3400	3,4	10754	78,2	55,9	33,6	3,7	0,3	0,47
Крейсерский полет (кг/тонна) — средний парк (B767)	-	1,0	3150	1,1	12,8	0,5	0,0	0,1	0,20
Крейсерский полет (кг/тонна) — старый парк (DC10)	-	1,0	3150	1,0	17,6	0,8	0,0	0,1	0,20

Примечания:

1. Предполагается, что содержание серы в топливе составляет 0,05 % S (по массе) для циклов ПВ и крейсерских полетов.
2. Малое расстояние крейсерского полета берется как 500 морских миль, большое расстояние как 3 000 морских миль.

Источник: взято из ANCAT/EC2 1998, Falk 1999 and MEET 1999.

3. Данные ТЧ_{2,5} (= выбросы ТЧ₁₀). Источник: получено из данных о дыме из базы данных ICAO (ICAO, 2006) с помощью методологии, описанной в ICAO (2007).

4. Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,48. Источник: более подробную информацию см. в Приложении В.

3.2.2.2 Авиационный бензин

Предполагается, что авиационный бензин используется только внутренней авиацией.

В таблице 3-4 представлены коэффициенты выбросов уровня 1 для НО 1.А.3.а.ii.(i):

Гражданская авиация (внутренняя, ПВ) для ВС на бензине. Эти коэффициенты выбросов основаны на данных для ВС с поршневыми двигателями, которые приведены в таблице 3-14. Доверительные пределы 95 %, на которые приводится ссылка, составляют 50 % и 200 % от средних значений.

Таблица 3-4 Коэффициенты выбросов уровня 1 для НО 1.А.3.а.ii.(i): Гражданская авиация (внутренняя, ПВ)

Коэффициенты выбросов уровня 1 по умолчанию					
Категория источника НО	Код	Имя			
Категория источника НО	1 А3.а.ii.(i)	Гражданская авиация (внутренняя, цикл ПВ)			
Топливо	Бензин для реактивных двигателей и авиационный бензин				
Не оцениваются	SO, NH ₃ , 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				
Не применимо	альдрин, хлордан, хлордекон, диэлдрин, эндрин, Гептахлор, гептабромобифенил. Мирекс токсафен, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ, ГХБ, хлорированные парафины с короткой цепью (ХПКЦ), пентахлофенол (ПХФ)				
Загрязняющее вещество	Значение	Единица	Доверительный интервал 95%		Ссылка
			нижний	верхний	
NO _x	4	кг/тонну топлива	2	8	Расчет из уровня 2
CO	1200		600	2400	Расчет из уровня 2
НМЛОС	19	кг/тонну топлива	9.5	38	Расчет из уровня 2
ОКВЧ	0	кг/тонну топлива	0	0	Используйте Дорожный транспорт
ТЧ ₁₀	0	кг/тонну топлива	0	0	Используйте Дорожный транспорт
ТЧ _{2,5}	0	кг/тонну топлива	0	0	Используйте Дорожный транспорт
(*) SO ₂	1	кг/тонну топлива	0.5	2	Предполагается 0,05 % S по массе

Примечания:

1. Если доступны национальные коэффициенты выбросов ТЧ, предполагается, что фракция ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,15. *Источник: более подробную информацию см. в Приложении В.*

3.2.3 Этапы расчета для уровня 1

Подход уровня 1 основан на допущении, что доступны данные об объеме проданного топлива для использования в авиации, вероятнее всего из данных, собранных для страны. Также предполагается, что ежегодный объем используемого топлива равняется объему проданного топлива.

Необходимо, чтобы была доступна информация об общем количестве циклов ПВ для страны, предпочтительно также с местом назначения (большое и малое расстояние) для международных циклов ПВ, а также общая информация о типах ВС, выполняющих грузопассажирские перевозки.

Количественные оценки выбросов ВС в соответствии с уровнем 1 можно получить, следуя этапам, представленным ниже.

1. Получите общий объем проданного топлива для всей авиации (в килотоннах).
2. Получите общий объем топлива, которое используется только для внутренних полетов (в килотоннах).
3. Рассчитайте общий объем топлива, использованного для международных полетов, вычитая объем для внутренних полетов (этап 2) из общего объема проданного топлива (этап 1).
4. Получите общее кол-во циклов ПВ для внутренних полетов.
5. Рассчитайте общий объем использованного топлива для циклов ПВ для внутренних полетов, умножив кол-во внутренних циклов ПВ на коэффициенты внутреннего потребления топлива для одного типичного ВС (таблица 3-3) (этап 4 x объем использования топлива типичного ВС). Коэффициенты использования топлива предлагаются для старого и среднего парка.
6. Рассчитайте объем топлива для крейсерского полета, использованного для внутренних полетов, вычитая объем для внутренних циклов ПВ (этап 5) из общего объема топлива, используемого для внутренних полетов (этап 2).

7. Оцените выбросы, которые относятся к циклам ПВ внутренних полетов, умножив коэффициенты выбросов (на цикл ПВ) для внутренних полетов на кол-во циклов ПВ для внутренних полетов. Коэффициенты выбросов предлагаются для старого и среднего парка по типичным ВС (таблица 3-3).
8. Оцените выбросы, которые относятся к крейсерским полетам внутренних полетов, умножив соответствующие коэффициенты выбросов (выброс/использованное топливо) в таблице 3-3 на объем использованного топлива для крейсерских полетов для внутренних полетов. Коэффициенты выбросов предлагаются для старого и среднего парка по типичным ВС.
9. Повторите этапы 4-8, заменив внутренние полеты на международные. Для международных полетов предпочтительно отличать полеты на малое расстояние (< 1 000 морских миль ⁽³⁾) и на большое расстояние (> 1000 морских миль). Последние обычно выполняются тяжелыми ВС, потребляющими большое кол-во топлива, по сравнению с полетами на малое расстояние (например, по Европе). Если различие провести невозможно, предполагается, что выбросы циклов ПВ будут сильно завышены в большинстве стран.

3.3 Метод уровня 2

3.3.1 Алгоритмы

Подход уровня 2 применяется, если можно получить информацию о циклах ПВ на тип ВС, однако нет доступной информации о расстояниях крейсерского полета. Уровень детализации, необходимый для данного метода, – это типы ВС, которые используются для внутренних и международных полетов, а также кол-во циклов ПВ, выполняемых для различных типов ВС.

За исключением этого уровня детализации по типу ВС, алгоритмы такие же, как и для подхода уровня 1:

$$E_{pollutant} = \sum_{Aircraft\ types} AR_{fuel\ consumption, aircraft\ type} \times EF_{pollutant, aircraft\ type} \quad (2)$$

где аналогично тому, что было до этого:

$E_{pollutant}$ = годовые показатели выбросов загрязняющих веществ для каждой фазы цикла ПВ и крейсерского полета для внутренних и международных полетов;

$AR_{fuel\ consumption, aircraft\ type}$ = показатели интенсивности осуществляемой деятельности по потреблению топлива для каждой фазы полета и типа маршрута полета, для каждого типа ВС;

$EF_{pollutant, aircraft\ type}$ = коэффициент выбросов загрязняющих веществ для соответствующей фазы полета и типа маршрута полета, для каждого типа ВС.

⁽³⁾ Где морская миля = 1 852 км.

3.3.2 Коэффициенты выбросов на основе типа ВС

В таблице 3-5 приведены потребление топлива циклов ПВ и коэффициенты выбросов для определенных типов ВС.

Таблица 5-3 Примеры типов ВС и коэффициенты выбросов для циклов ПВ, а также потребление топлива на тип ВС, кг/цикл ПВ

Тип ВС ^(а)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O ^(б)	NO _x	CO	НМЛОС	SO ₂ ^(в)	ТЧ _{2,5} ^(г)	Топливо
A310	4853	0,5	0,2	23,2	25,8	5,0	1,5	0,14	1540,5
A320	2527	0,2	0,1	10,8	17,6	1,7	0,8	0,09	802,3
A330	7029	0,2	0,2	36,1	21,5	1,9	2,2	0,19	2231,5
A340	6363	1,9	0,2	35,4	50,6	16,9	2,0	0,21	2019,9
ВАС1-11	2147	2,1	0,1	4,9	37,7	19,3	0,7	0,17	681,6
ВАе146	1794	0,1	0,1	4,2	9,7	0,9	0,6	0,08	569,5
В727	4450	0,7	0,1	12,6	26,4	6,5	1,4	0,22	1412,8
В737 100	2897	0,1	0,1	8,0	4,8	0,5	0,9	0,10	919,7
В737 400	2600	0,1	0,1	8,3	11,8	0,6	0,8	0,07	825,4
В747 100-300	10754	3,7	0,3	55,9	78,2	33,6	3,4	0,47	3413,9
В747 400	10717	0,2	0,3	56,6	19,5	1,6	3,4	0,32	3402,2
В757	3947	0,1	0,1	19,7	12,5	1,1	1,3	0,13	1253,0
В767 300 ER	5094	0,1	0,2	26,0	6,1	0,8	1,6	0,15	1617,1
В777	8073	2,3	0,3	53,6	61,4	20,5	2,6	0,20	2562,8
DC9	2760	0,1	0,1	7,3	5,4	0,7	0,9	0,16	876,1
DC10	7501	2,3	0,2	41,7	61,6	20,5	2,4	0,32	2381,2
F28	2098	3,3	0,1	5,2	32,7	29,6	0,7	0,15	666,1
F100	2345	0,1	0,1	5,8	13,7	1,3	0,7	0,14	744,4
MD81-88	3160	0,2	0,1	12,3	6,5	1,4	1,0	0,12	1003,1

Примечания:

- (а) Для CH₄ и НМЛОС предполагается, что коэффициенты выбросов для циклов ПВ составляют 10 % в 90 % от общего объема ЛОС (НС), соответственно (Olivier, 1991). Согласно исследованиям во время крейсерского полета метан не выбрасывается (Wiesen et al., 1994).
(б) Оценки основаны на значениях по умолчанию МГЭИК уровня 1.
(в) Предполагается, что содержание серы в топливе составляет 0,05% S (по массе) для циклов ПВ и крейсерских полетов.
(г) Данные ТЧ_{2,5} (= выбросы ТЧ₁₀).

Источник: база данных ICAO (ICAO 2006) и ICAO 2007.

- Для DC8 используйте двойной объем потребления В737-100, т.к. это ВС оборудовано четырьмя двигателями вместо двух. MD90 соответствует MD81-88, а В737-600 соответствует В737-400.

Источник: Взято из ANCAT/EC2 1998, Falk (1999) и MEET 1999.

- По результатам работы экспертной группы с Евроконтролем в будущем будут представлены обновленные коэффициенты выбросов.
- Фракции ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,48. Источник: более подробную информацию см. в Приложении В.

Для реактивных самолетов в таблице 3-6 приведен способ картирования наиболее важных современных ВС на меньшей список типичных ВС в таблице 3-5.

Таблица 3–6 Соответствие между типичным реактивным ВС и другими типами реактивных ВС

Обобщенный тип			Обобщенный			Обобщенный тип			
ВС	ICAO	IATA	тип ВС	ICAO	IATA	ВС	ICAO	IATA	
Airbus A310	A310	310	Boeing 737-400	B734	734	Fokker 100	F100	100	
		312		B735	735		Fokker F-28	F28	F28
		313		B736	736				TU3
		A31		B737	737		Boeing 737-100 * 2	DC8	DC8
Airbus A320	A318	318			73A			D8F	
		A319	319		73B			D8M	
		A320	320		73F			D8S	
		A321	321		73M			707	
Airbus A330	A330	32S			73S			70F	
		330			B86			IL6	
		332			JET			B72	
		333	Boeing 747-100-300	B741	741			VCX	
Airbus A340	A340	340		B742	742	McDonnell Douglas DC-9	DC9	D92	
		342		B743	743			D93	
		343			747			D94	
BAe 111	BA11	B11			74D			D95	
		B15			74E			D98	
		CRV			74F			D9S	
		F23			A4F			DC9	
		F24			74L			F21	
		YK4			74M			YK2	
BAe 146	BA46	141			74R	McDonnell Douglas DC-10	DC10	D10	
		143			IL7			D11	
		146			ILW			D1C	
		14F			C51			D1F	
Boeing 727	B721	721	Boeing 747-400	B744	744			L10	
		722	Boeing 757	B752	757			L11	
		727		B753	75F			L12	
		72A			TR2			L15	
	72F			Boeing 767-300					M11
		72M		ER	B763	762			M1F
						763			
		72S				767	McDonnell Douglas M82	MD81-88	717
TU5				AB3		MD90	M80		
TRD				AB4			M81		
Boeing 737-100	B731	731			AB6			M82	
		732			A3E			M83	
		733			ABF			M87	
		DAM	Boeing 777	B772	777			M88	
			B773	772			M90		
					773				

Примечания:

1. MD90 соответствует MD81-88, а B737-600 соответствует B737-400.
2. DC8 идет как двойной B737- 100. Для F50, Dash8 – см. отдельную таблицу.

Турбовинтовые самолеты можно классифицировать по количеству мест и использовать эту классификацию для представления типичных моделей ВС, см. таблицу 3-7.

В таблице 3-8 содержится обзор моделей ВС меньшего размера.

Таблица 3–7 Классификация турбовинтовых ВС

	Типичное ВС*
До 30 мест	Dornier 328
До 50 мест	Saab 2000
До 70 мест	ATR 72

* Более типичные ВС включены в таблицу для данной главы (доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook), если фактические модели турбовинтовых самолетов неизвестны.

Таблица 3–8 Обзор типов ВС меньшего размера

Тип ВС	Категория ВС/принцип работы двигателя	Максимальный взлетный вес по Frawley	Класс в датской инвентаризации 1998 г.
Can CL604 (CL60)	L2J	18	19
Canadair RJ 100 (CARJ)	L2J	24	17
CitationI (C500)	L2J	5,2	10
Falcon2000 (F2TH)	L2J	16,2	-
Falcon900 (F900)	L3J	20,6	8
Avro RJ85 (BA46)	L4J	42	1
C130 (C130)	L4T	70,3	1
P3B Orion (L188)	L4T	52,7	2
AS50 (AS50)	H1T	2	2
S61 (S61)	H2T	8,6	1

Примечания:

L = сухопутный самолёт, H= вертолёт, J = реактивный двигатель, T = турбовинтовой, 1, 2 или 4 – кол-во двигателей.

Источник: Предоставлено центром Охраны окружающей среды и энергии, университет Орхуса.

3.3.3 Этапы расчета для уровня 2

Методология уровня 2 является преимущественно нисходящей методологией (по проданному топливу), в которой используется статистика о потреблении авиационного топлива (разделенная на внутреннее и международное потребление). Для разделения использования топлива на циклы ПВ и крейсерских полет, необходимо располагать подробной информацией о циклах ПВ и составе парка ВС, чтобы сделать более точную инвентаризацию, в отличие от использования только средних коэффициентов выбросов на массу использованного топлива (подход уровня 1). Методология уровня 1 должна включать все типы ВС, которые часто используются для внутренних и международных полетов. В таблицах 3-6 и 3-7 представлен способ картирования текущих ВС на типичные модели ВС в базе данных.

Подход можно лучше всего описать в виде следующих этапов.

1. Получите общий объем проданного топлива для всей авиации (в килотоннах).
2. получите общий объем топлива, использованного для внутренних полетов (в килотоннах);
3. рассчитайте общий объем топлива, использованного для международных полетов, вычитая объем для внутренних полетов (этап 2) из общего объема проданного топлива (этап 1);
4. Получите общее кол-во циклов ПВ на тип ВС для внутренних полетов. Сгруппируйте ВС в группы по обобщенным типам ВС, представленным в таблицах 3-6 и 3-7. Используйте таблицу 3-8 для различных ВС меньшего размера.

5. Рассчитайте использование топлива для циклов ПВ на тип ВС для внутренних полетов. Для каждого типа ВС умножьте коэффициент использования топлива в таблице для данной главы (доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook), соответствующий конкретному типу ВС в таблицах 3-6 и 3-7 на количество внутренних циклов ПВ на обобщенный тип ВС (коэффициент использования топлива за цикл ПВ для типа ВС * кол-во циклов ПВ этого же типа ВС). Расчеты выполняются для всех моделей обобщенных типов ВС. Рассчитайте общее использование топлива для циклов ПВ, сложив все значения вкладов, выявленные на этапе 5 для внутренних полетов. Если некоторых используемых типов ВС страны нет в таблице, используйте данные для такого же типа, учитывая размер и срок службы. Для циклов ПВ для ВС меньшего размера и турбовинтовых ВС см. также раздел по полетам не по приборам. Их выбросы необходимо будет оценивать по отдельности с помощью более простого метода.
6. Рассчитайте общее использование топлива для внутренних крейсерских полетов, вычтя общий объем топлива для циклов ПВ, рассчитанный на этапе 6 из общего объема на этапе 2 (оценивается как в методологии уровня 1).
7. Оцените выбросы от внутренних циклов ПВ на тип ВС. Количество циклов ПВ для каждого типа умножается на коэффициент выбросов, который применяется для конкретного типа ВС и загрязняющего вещества. Это выполняется для всех обобщенных типов ВС. Соответствующие коэффициенты выбросов можно найти в таблице для данной главы (доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook). Если некоторых используемых типов ВС страны нет в этой базе данных, используйте данные для такого же типа, учитывая размер и срок службы. Для циклов ПВ для ВС меньшего размера см. также раздел по полетам не по приборам. Их выбросы необходимо будет оценивать по отдельности с помощью более простого метода.
8. Оцените выбросы от внутренних крейсерских полетов. Используйте топливо, использованное для внутренних крейсерских полетов, и соответствующие коэффициенты выбросов для наиболее общих типов ВС, которые используются для внутренних крейсерских полетов (используйте методологию уровня 1 или методологию уровня 3). Соответствующие коэффициенты выбросов можно найти в таблице 3-3 или таблице для методологии уровня 3 (доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook).
9. Рассчитайте суммарные показатели выбросов для циклов ПВ для внутренних полетов. Добавьте все значения вкладов от различных типов ВС, рассчитанные на этапе 7. Суммировать необходимо для каждого загрязняющего вещества, выбросы которого оцениваются (для CO₂, NO_x, SO₂ и т.д.).
10. Рассчитайте суммарные показатели выбросов для внутренних крейсерских полетов. Добавьте все значения вкладов от различных типов ВС, рассчитанные на этапе 8. Суммировать необходимо для каждого загрязняющего вещества, выбросы которого оцениваются (для CO₂, NO_x, SO₂ и т.д.).
11. Повторите расчет (этапы 4-10) для международных полетов.

3.3.4 Устранение загрязнения окружающей среды

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

3.3.5 Военные ВС

Методология уровня 2, т.е. методология по типам ВС, также применяется для расчета выбросов от военных ВС. Однако следует отметить, что отчетность о выбросах от военных ВС представляется в рамках кода НО 1.А.5, а не 1.А.3.а.

Существует два потенциальных показателя осуществляемой деятельности:

- общий объем топлива, используемый военными ВС, или
- количество летных часов на тип ВС, помножено на среднее потребление топлива в кг/ч.

В таблицах 3-9 и 3-10 приводятся обобщенные данные о потреблении топлива и данные для корректного типа военного ВС. Коэффициенты выбросов, представленные в таблице 3-3 (на единицу использованного топлива) можно затем использовать с данными об использованном топливе для расчета выбросов.

Таблица 3-9 Коэффициенты потребления топлива для обобщенного военного ВС

Группа	Подгруппа	Типичное ВС	Расход топлива кг/час
1. Боевая	Высокоскоростная струя – большая тяга	F16	3283
	Высокоскоростная струя – малая тяга	Tiger F-5E	2100
2. Тренировочный	Учебно-тренировочный реактивный самолет	Hawk	720
	Турбовинтовой тренировочный самолет	PC-7	120
3. Топливозаправщик/ транспортное ВС	Большой топливозаправщик/транспортное ВС	C-130	2225
	Среднее транспортное ВС	ATR	499
	Небольшое транспортное ВС		
4. Другое	Патрульные самолеты береговой авиации	C-130	2225

Источник: ANCAT, British Aerospace/Airbus.

Таблица 3-10 Потребление топлива на летный час для конкретного военного ВС

Тип ВС	Описание ВС	Использование топлива (литров в час)
A-10A	Двухмоторный легкий бомбардировщик.	2 331
B-1B	Четырехдвигательный стратегический бомбардировщик дальнего действия. Используется только США.	13 959
B-52H	Восьмидвигательный стратегический бомбардировщик дальнего действия. Используется только США.	12 833
C-12J	Двухмоторный легкий транспортный самолет. Вариант Beech King Air.	398
C-130E	Четырехдвигательный турбовинтовой транспортный самолет. Используется во многих странах.	2 956
C-141B	Четырехдвигательный транспортный самолет дальнего действия. Используется только США.	7 849
C-5B	Четырехдвигательный большегрузный транспортный самолет дальнего действия. Используется только США.	13 473
C-9C	Двухдвигательный транспортный самолет. Военный вариант DC-9.	3 745
E-4B	Четырехдвигательный транспортный самолет. Военный вариант Boeing 747.	17 339
F-15D	Двухдвигательный истребитель.	5 825
F-15E	Двухдвигательный истребитель-бомбардировщик.	6 951
F-16C	Однодвигательный истребитель. Используется во многих странах.	3 252
KC-10A	Трехдвигательный топливозаправщик. Военный вариант DC-10.	10 002
KC-135E	Четырехдвигательный топливозаправщик. Военный вариант Boeing 707.	7 134
KC-135R	Четырехдвигательный топливозаправщик с более новыми двигателями. Вариант Boeing 707.	6 064
T-37B	Двухдвигательный учебно-тренировочный реактивный самолет.	694
T-38A	Двухдвигательный учебно-тренировочный реактивный самолет. Идентичен F-5.	262

3.4 Методология уровня 3 по типу полета и типу ВС

Методологии уровня 3 основаны на фактических данных о движении ВС для пункта отправления и назначения (ПОН) уровня 3 А или для информации о полной траектории полета уровня 3В. Поэтому эти методологии являются восходящими, основанными на типе полета, а не нисходящими, основанными на расчете потребления топлива.

В уровне 3 А учитываются выбросы от крейсерских полетов для различных расстояний полета. Поэтому для данного подхода необходимо располагать данными о пункте отправления (вылет) и назначения (прибытие) и типе ВС для внутренних и международных полетов. В уровне 3 А инвентаризации моделируются с помощью данных о среднем потреблении топлива и данных о выбросах для фазы цикла ПВ и различных расстояний фазы крейсерского полета, для множества категорий типичных ВС.

В данных методологии уровня 3 А учитывается объем выбросов на различных фазах полета. В методологии также учитывается сжигаемое топливо по отношению к расстоянию полета, несмотря на то, что объем сжигаемого топлива может быть сравнительно выше на относительно небольших расстояниях, чем на более протяженных маршрутах. Причина в том, что ВС использует больший объем топлива на расстояние для цикла ПВ по сравнению с фазой крейсерского полета.

Методология уровня 3В отличается от уровня 3А расчетом сжигаемого топлива и выбросами на полной траектории каждого сегмента полета с использованием информации о аэродинамических характеристиках по типам ВС и двигателей. Для использования уровня 3В требуются сложные компьютерные модели для исследования всего оборудования, переменных характеристик и траектории и расчетов для всех полетов за данный год.

С помощью моделей, используемых для уровня 3В, обычно получить выходные данные в виде суммарных показателей для ВС, двигателя, аэропорта, региона и мировые показатели, а также для широты, долготы, высоты и данные по времени, для сжигаемого топлива и выбросы CO, углеводородов (HC), CO₂, H₂O, NO_x, и SO_x. Для использования в подготовке ежегодных инвентаризаций, модель уровня 3В должна быть способна

рассчитывать выбросы ВС с помощью входных данных, которые учитывают изменения воздушного движения, изменения оборудования ВС или сценарий входных переменных.

Компоненты моделей уровня 3И идеально комбинируются, так что их можно легко обновлять. Поэтому модели являются динамическими и могут оставаться актуальными с появлением новых данных и методологий. Примерами моделей являются системы для оценки мировых авиационных выбросов (SAGE) Федерального авиационного управления США (Kim, 2005 а и b; Malwitz, 2005) и AERO2k (Eyers, 2004) Европейской комиссии.

Методология уровня 3, описанная в данной главе, относится только к уровню 3А.

3.4.1 Алгоритм

Как и для уровня 2 КВ для CO₂, SO₂, тяжелых металлов основаны на используемом топливе, а КВ для CO₃ (ПАУ и диоксин), а ТЧ рассчитываются из выбросов ТЧ_{2,5}. Выбросы NO_x, HC, CO и дыма, а также используемое топливо рассчитываются на основе полетов с помощью КВ, доступных в таблице в данной главе, которую можно найти на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС (www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook).

Комплект иллюстративных данных для Boeing 737-400 приведен в таблице 3–11.

То, как эти данные могут быть использованы для расчета выброса от полета, проиллюстрировано на примере в подразделе 3.4.4 в настоящей главе.

3.4.2 Коэффициенты выбросов уровня 3

3.4.2.1 Полеты по ППП

Коэффициенты выбросов для методологии уровня 3 можно найти в таблице для данной главы, которая доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС (www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook).

Таблица 3–11 Комплект иллюстративных данных для Boeing 737-400

B737 400		Стандартные		расстояния [1 морская миля = 1,852 км]				
		125	250	500	750	1000	1500	2000
Расстояние (км)	Подъем/крейсерский полет/снижение	231,5	463	926	1389	1852	2778	3704
	Топливо (кг)							
Топливо (кг)	Всего за полет	1603,1	2268,0	3612,8	4960,3	6302,6	9187,7	12167,6
	Цикл ПВ	825,4	825,4	825,4	825,4	825,4	825,4	825,4
	Выруливание	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5
	Взлет	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0	86,0
	Уход с набором высоты	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0	225,0
	Подъем/крейсерский полет/снижение	777,7	1442,6	2787,4	4134,9	5477,2	8362,3	11342,2
	Заход на посадку	147,3	147,3	147,3	147,3	147,3	147,3	147,3
	Заруливание	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5	183,5
NO _x (кг)	Всего за полет	17,7	23,6	36,9	48,7	60,2	86,3	114,4
	Цикл ПВ	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
	Выруливание	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
	Взлет	1,591	1,591	1,591	1,591	1,591	1,591	1,591
	Уход с набором высоты	3,855	3,855	3,855	3,855	3,855	3,855	3,855
	Подъем/крейсерский полет/снижение	9,462	15,392	28,635	40,425	51,952	78,047	106,169
	Заход на посадку	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240
	Заруливание	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
EINO _x топлива) (г/кг)	Выруливание	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27
	Взлет	18,51	18,51	18,51	18,51	18,51	18,51	18,51
	Уход с набором высоты	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13
	Подъем/крейсерский полет/снижение	12,17	10,67	10,27	9,78	9,49	9,33	9,36
	Заход на посадку	8,42	8,42	8,42	8,42	8,42	8,42	8,42
	Заруливание	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27
HC (г)	Всего за полет	817,6	912,9	995,8	1065,2	1118,1	1240,4	1374,1
	Цикл ПВ	666,8	666,8	666,8	666,8	666,8	666,8	666,8
	Выруливание	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18
	Взлет	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
	Уход с набором высоты	10,58	10,58	10,58	10,58	10,58	10,58	10,58
	Подъем/крейсерский полет/снижение	150,78	246,13	329,05	398,47	451,33	573,67	707,37
	Заход на посадку	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74
	Заруливание	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18	321,18
EHC топлива) (г/кг)	Выруливание	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	Взлет	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Уход с набором высоты	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Подъем/крейсерский полет/снижение	0,19	0,17	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
	Заход на посадку	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Заруливание	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
CO (г)	Всего за полет	14252,5	15836,0	17525,5	19060,6	20369,3	23298,2	26426,3
	Цикл ПВ	11830,9	11830,9	11830,9	11830,9	11830,9	11830,9	11830,9
	Выруливание	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45
	Взлет	77,19	77,19	77,19	77,19	77,19	77,19	77,19
	Уход с набором высоты	202,29	202,29	202,29	202,29	202,29	202,29	202,29
	Подъем/крейсерский полет/снижение	2421,54	4005,06	5694,59	7229,65	8538,39	11467,26	14595,41
	Заход на посадку	500,54	500,54	500,54	500,54	500,54	500,54	500,54
	Заруливание	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45	5525,45
EICO топлива) (г/кг)	Выруливание	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11
	Взлет	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Уход с набором	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

В737 400	Стандартные		расстояния [1 морская миля = 1,852 км]				
	125	250	500	750	1000	1500	2000
высоты							
Подъем/крейсерский полет/снижение	3,11	2,78	2,04	1,75	1,56	1,37	1,29
Заход на посадку	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Заруливание	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11	30,11

Здесь приводится подробная информация по выбросам NO_x, углеводородам, СО и использованию топлива для различных участков полетов с различным расстоянием. Для других типов необходимо использовать значения на основе топлива для методологии уровня 2, таблица 3-4, вместе с данными об использовании топлива.

3.4.2.2 Потребление топлива и коэффициенты выбросов для типичных моделей ВС

Коэффициенты выбросов для NO_x, углеводородов, СО и использованного топлива для всех компонентов полета (см. рисунок 2-2) доступны из таблицы в данной главе (которую можно найти на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС www.eea.europa.eu/emep-eea-guidebook) для типичных моделей реактивных и турбовинтовых (ТВ) ВС, перечисленных в таблице 3-12.

Таблица 3–12 Типичные модели ВС, приведенные в таблице в данной главе (доступна на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС)

Airbus A310 (реактивный)	Fokker F28 (реактивный)	Dornier 328 – 110 (ТВ)
Airbus A320 (реактивный)	Fokker F82 (реактивный)	De Havilland DHC-3 Turbo-otter (ТВ)
Airbus A330 (реактивный)	McDonald Douglas 82 (реактивный)	De Havilland Dash 7 (ТВ)
Airbus A340 (реактивный)	Swearingen Metro III (ТВ)	De Havilland Dash 8 Q400 (ТВ)
BAС 1-11 (реактивный)	Shorts SC.7 Srs3M – 200 (ТВ)	Cessna 208 Caravan (ТВ)
BAe 146 (реактивный)	Shorts 330 (ТВ)	Beech Super King Air 350 (ТВ)
Boeing 727 (реактивный)	Shorts 360 – 300 (ТВ)	Beech Super King Air 200B (ТВ)
Boeing 737 100 (реактивный)	Saab 340B (ТВ)	Beech 1900C Airliner (ТВ)
Boeing 747 100 - 300 (реактивный)	Saab 2000 (ТВ)	BAe Jetstream 31 (ТВ)
Boeing 747 400 (реактивный)	Reims F406 Caravan II (ТВ)	BAe Jetstream 41 (ТВ)
Boeing 757 (реактивный)	Lockheed P – 3B Orion (ТВ)	ATR 72-200 (ТВ)
Boeing 767 300 ER (реактивный)	Lockheed C – 130H Hercules (ТВ)	ATR 42-320 (ТВ)
Boeing 777 (реактивный)	Fokker 50 Srs 100 (ТВ)	Antonov 26 (ТВ)
DC 9 (реактивный)	Fokker 27 Friendship (ТВ)	
DC 10 – 3 (реактивный)0	Embraer 110 Bandeirante P2A (ТВ)	

3.4.2.3 Полеты не по ППП

Доступно мало информации о коэффициентах выбросов для полетов не по ППП и в настоящей момент невозможно дать рекомендации по стандартизованным коэффициентам выбросов. В целом коэффициенты выбросов NO_x будут ниже, а коэффициенты СО и ЛОС значительно выше, чем эти же значения для полетов по ППП.

Коэффициенты потребления топлива приводятся для двух категорий ВС (Cessna и другие), если нет другой информации об использованном топливе (таблица 3-13). Обратите внимание на то, что данные в таблицах относятся только к однодвигательным самолетам. Если самолет оборудован двумя двигателями (например, Cessna 500), увеличьте значение потребления топлива вдвое. Диапазон коэффициентов выбросов приведен в МЕЕТ (1997). Сводка дана в таблице 3–14.

Некоторые коэффициенты выбросов и коэффициенты использования топлива для вертолетов и военных полетов приведены в таблицах 3–15, 3–16 и 3–17. Также обратите внимание на то, что типы военных ВС могут иметь эквивалентные модели среди гражданских ВС.

Таблица 3–13 Потребление топлива для поршневых ВС, литр/час

Cessna C 152, C 172, C 182 (однодвигательный)	высота 0 футов	высота 2 000 футов	высота 4 000 футов
мощность 75 % (=135 л.с.)	41	42	нет данных
мощность 70 % (=126 л.с.)	37	38	39
мощность 65 % (=117 л.с.)	33.5	34	34.5

Примечание:

В качестве среднего значения используйте 36 литров/час.

Robin (французское ВС), различные типы Piper (однодвигательные)	высота 0 футов	высота 4 000 футов
мощность 70 %	36.5	нет данных
мощность 64 %	34	33.5
мощность 58 %	31	31

Примечание:

В качестве среднего значения используйте 33 литра/час.

Таблица 3–14 Примеры коэффициентов выбросов для поршневых ВС, г/кг топлива

	NO _x	HC	CO	SO ₂
Нидерланды FL 0-30	2,70	20,09	1,054	0,21
FL 30-180	4,00	12,50	1,080	0,17
Германия	3,14	18,867	798	0,42

Примечание:

Умножьте ФАДна 100, чтобы получить высоту в футах.

Источник: MEET Deliverable No 18.

Таблица 3–15 Примеры коэффициентов выбросов для вертолетов и военных ВС [г/кг топлива]

	Характер полета	NO _x	HC	CO	SO ₂
Германия	Цикл ПВ	8,3	10,9	39,3	1,1
	крейсерский полет вертолета	2,6	8,0	38,8	1,0
	боевой реактивный	10,9	1,2	10,0	0,9
	крейсерский 0,46-3 км	10,7	1,6	12,4	0,9
	крейсерский >3 км	8,5	1,1	8,2	0,9
Нидерланды	Среднее	15,8	4,0	126	0,2
	F-16	15,3	3,36	102	0,2
Швейцария	Цикл ПВ	4,631	2,59	33,9	1,025
	крейсерский	5,034	0,67	14,95	0,999

Источник: MEET Deliverable No 18.

Примечания:

1. Если доступны национальные коэффициенты выбросов ТЧ, предполагается, что фракция ЧУ ТЧ (f-ЧУ) = 0,48. Источник: более подробную информацию см. в Приложении В

Таблица 3–16 Коэффициенты выбросов для вертолетов Германии

г/кг	NO _x	HC	CO	SO ₂
Германия: крейсерский	2,6	8,0	38,8	0,99
Нидерланды: крейсерский	3,1	3,6	11,1	0,20
Швейцария	13,3	0,3	1,1	0,97

Источник: MEET Deliverable No 18.

Таблица 3–17 Коэффициенты потребления топлива для военных ВС

Группа	Подгруппа	Типичное ВС	Расход топлива кг/час
1. Боевая	Высокоскоростная струя – большая тяга	F16	3283
	Высокоскоростная струя – малая тяга	Tiger F-5E	2100
2. Тренировочный	Учебно-тренировочный реактивный самолет	Hawk	720
	Турбовинтовой тренировочный самолет	PC-7	120
3. Топливозаправщик/ транспортное ВС	Большой топливозаправщик/тран спортное ВС	C-130	2225
	Небольшое транспортное ВС	ATP	499
4. Другое	Патрульные самолеты береговой авиации	C-130	2225

Источник: ANCAT, British Aerospace/Airbus

3.4.3 Данные по осуществляемой деятельности

Методология уровня 3 основана на фактических данных о движении ВС.

Выбросы рассчитываются с помощью коэффициентов выбросов, описанных в подразделе 3.4.2, а данные о движении ВС берутся из национальной статистики.

3.4.3.1 Методология на основе движения ВС (уровень 3) для полетов по ППП

Суммарные показатели выбросов от ВС приводятся по сумме выбросов от различного оборудования ВС в непрерывном множестве режимов полета. В данной методологии расчеты будут упрощаться за счет классификации ВС по стандартным группам обобщенных типов ВС и по двум классам режимов полета: цикл ПВ и крейсерский полет. Однако методология позволяет производить настройки для фактического времени в режиме цикла ПВ для отдельных аэропортов. Этот метод также позволяет использовать отдельные сочетания ВС и двигателя, если доступны соответствующие данные.

В методологии применяются следующие этапы.

1. Возьмите подробную информацию по ВС и полету из национальных данных, например, из отчетов гражданской авиации, отчетов аэропортов, поставщика УВД, например Евроконтроль в Европе, или графика официального руководства авиакомпаний. Таким образом, определите ВС, которые использовались в период инвентаризации, количество циклов ПВ для каждого ВС и пройденное расстояние полета. Для фактически используемого ВС выберите ВС, который используется в качестве стандартной модели из таблицы эквивалентных ВС (таблицы 3-6 и 3-7). Этот ВС называется "стандартным ВС". Используйте данные из таблицы 3-8 для различных ВС меньшего размера. Также см. подраздел 3.4.3.2 по полетам не по ППП. Их выбросы необходимо будет оценивать по отдельности с помощью более простого метода.
2. Отметьте расстояние полета. Описание того, как можно определить расстояние, см. в подразделе 3.1.2 "данные по осуществляемой деятельности".
3. В приложенных таблицах (также доступных в секретариате Целевой группы и на сайте) выберите данные, соответствующие фазе ПВ для стандартного ВС, для использованного топлива и всех выбросов. Использованное топливо и соответствующие выбросы из этой таблицы представляют данные по расходу топлива и выбросам в граничном слое ниже 3 000 футов (914 м). Таким образом,

они представляют собой оценку выбросов и потребления топлива, которые используются во время цикла ПВ полета.

4. Из таблицы стандартных типов ВС в сопоставлении с расстоянием полета (приложенные таблицы) выберете ВС, а также выберете полеты, соответствующие фактическим полетам. Использованное топливо определяется, как интерполяция между двумя значениями. Это оценка использованного топлива во время операций выше 3 000 (914 м) (крейсерское использование топлива).
5. Общее количество топлива, использованное для полета, – это сумма топлива, использованного для цикла ПВ плюс топливо, использованное для всех операций выше 3 000 футов (914 м).
6. Теперь используйте метод этапа 4 для таблицы выбрасываемых загрязняющих веществ (NO_x, СО и НС) в сопоставлении с расстоянием полета, и опять произведите интерполяцию между полетами, соответствующими фактическим полетам. Это оценка использованного топлива во время операций выше 3 000 (914 м) (крейсерские выбросы).
7. Суммарные показатели выбрасываемых загрязняющих веществ во время полета – это сумма выбрасываемых загрязняющих веществ во время цикла ПВ плюс количество, выбрасываемое за остальное время полета.

Пример применения метода см. в подразделе 3.4.4.

Использование энергии, и, таким образом, производство выбросов, зависит от операций ВС и времени, проведенного на каждой стадии. В таблице 2-2 приведены режимы работы двигателя и время режимов цикла ПВ, указанные ICAO (ICAO, 1993). Фактическое эксплуатационное время режима может отличаться для разных аэропортов в зависимости от воздушного движения, экологических соображений, а также топологических условий. Доля топлива, использованного за полет, которая приписывается циклу ПВ, уменьшается с увеличением расстояния полета. Таким образом, значительная часть потребления топлива происходит не во время цикла ПВ. Согласно исследованиям, основная часть NO_x (60–80 %), SO₂ и CO₂ (80–90 %) выбрасывается на высотах выше 1 000 м. Для СО это приблизительно 50 %, а для ЛОС это приблизительно 20–40 % (Olivier, 1991).

Если время режима различно из-за предположений, который используются в данном отчете, можно применить поправки из основных данных в таблицах (также доступных в секретариате Целевой группы и на сайте) или в базе данных ICAO.

Следует отметить, что общую оценку использования топлива для внутренних полетов необходимо сравнить со статистикой о продажах или непосредственными отчетами из авиакомпаний. Если оценка использования топлива отклоняется от непосредственных наблюдений, основные параметры, используемые для оценки потребления топлива, необходимо пропорционально откорректировать, чтобы масса оцененного топлива была такой же, как и масса проданного топлива.

3.4.3.2 Полеты не по ППП

Для некоторых типов военных ВС или самолетов для прогулочных полетов количество летных часов является лучшим показателем вида деятельности для оценки использованного топлива и выбросов, чем количество циклов ПВ. В некоторых случаях может быть напрямую доступно количество использованного топлива.

- Собирайте информацию об использованном топливе по категории ВС. О типах топлива, керосине и авиационном бензине необходимо сообщать по отдельности. Если информация напрямую не доступна, оценивайте количество использованного топлива по часам наработки и коэффициентам потребления топлива.
- Выберете подходящие коэффициенты выбросов и коэффициенты использования топлива из таблиц 3-13 и 3-17.
- Чтобы получить оценку выбросов за год, умножьте значения потребления топлива в тоннах на коэффициенты выбросов, основанные на топливе.

3.4.4 Пояснительный пример

ВС В737-400 пролетает расстояние 1 723 морских мили. На основе данных, представленных в таблице 3.11 мы хотим оценить использование топлива:

- использование топлива для циклов ПВ берется непосредственно из таблицы и составляет 825 кг (независимо от расстояния полета);
- для полета выше 3 000 футов (крейсерский полет/подъем/снижение), количество использованного топлива составляет $8\,362 + ((11\,342 - 8\,362) * (1\,723 - 1\,500) / (2\,000 - 1\,500)) = 9\,691$ кг

Выбросы различных загрязняющих веществ можно оценить таким же образом:

- NO_x для цикла ПВ можно взять непосредственно из таблицы = 8,3 кг;
- для полета выше 3 000 футов (полет без цикла ПВ), NO_x составляет $78 + ((106 - 78) * (1\,723 - 1\,500) / (2\,000 - 1\,500)) = 90,5$ кг

Поэтому EINO_x для полета составляет $(8,3 + 90,5) \text{ кг} / (826 + 9\,691) \text{ кг} = 8,9 \text{ г NO}_x$ на кг топлива. Это значение можно использовать в качестве контрольного, чтобы проверить отсутствие арифметической ошибки в расчетах.

Для загрязняющих веществ, которые не приведены в таблице 3-11 рекомендуется использовать подход уровня 2, основанный на оценке использованного топлива, рассчитанной с помощью подхода уровня 3.

3.5 Профиль химических соединений

Т.к. известно об очень небольшом количестве экспериментов, в которых проводился подробный анализ выхлопных газов от турбин ВС, поэтому представить конкретный профиль химических соединений не представляется возможным. В отношении NO_x и ЛОС профили могут отличаться в зависимости от установки тяги ВС и, следовательно, в зависимости от деятельности. В отношении крейсерского полета ВС невозможно получить точные оценки коэффициентов выбросов.

В отношении циклов ПВ ситуация аналогичная. Делались попытки оценить состав профиля ЛОС. В Shareef et al., (1988) была проведена оценка профиля ЛОС для реактивного двигателя на основе среднего цикла ПВ для коммерческой авиации и авиации общего назначения. Состав представлен в Таблице 3-18.

Профили ПАУ можно найти в US EPA (1999), но не все вещества доступны.

Следует отметить, что установки тяги во время посадки и взлета ВС отличаются (см. таблицу 2-2). Поэтому вероятно, что профили химических соединений будут отличаться для двух ситуаций.

Таблица 3–18 Профиль ЛОС для реактивного двигателя на основе среднего цикла ПВ для коммерческой авиации и авиации общего назначения

Соединение в профиле ЛОС	Процент всех ЛОС (вес)	
	Коммерческое ВС	Авиация общего назначения
Этилен	17.4	15.5
Формальдегид	15.0	14.1
C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃	9.1	11.8
Метан	9.6	11.0
Пропен	5.2	4.6
Ацетальдегид	4.6	4.3
C ₈ H ₂₄ O ₄ Si ₄	2.9	4.2
Этин	4.2	3.7
Ацетон	2.4	2.9
Глиоксаль	2.5	2.5
Акролеин	2.3	2.1
Бутен	2.0	1.8
Бензол	1.9	1.8
1,3-бутадиен	1.8	1.6
Метилглиоксаль	2.0	1.8
n-додекан	1.1	1.2
Бутиральдегид	1.2	1.2
Другие < 1%	14.8	13.9
Другие	<1	<1
Всего	100	100

Источник: Shareef et al., 1988

4 Качество данных

4.1 Полнота

Независимо от метода важно учитывать все топливо, используемое для авиации в стране. Методы основаны на суммарном использовании топлива, и должны полностью охватывать выбросы CO₂. Однако разделение между циклами ПВ и крейсерскими полетами не будет полным для метода уровня 2, если статистика о циклах ПВ не полная. Также в методе уровня 2 используются данные о грузопассажирских регулярных и чартерных рейсах, и таким образом охватываются не все полеты. Кроме того, метод уровня 2 не включает автоматически нерегулярные полеты и авиацию общего назначения, например сельскохозяйственные самолеты, частные самолеты или вертолеты, которые необходимо добавить, если количество топлива значительное. Полнота также может представлять проблему, когда военные данные являются секретными; в этой ситуации рекомендуется совместить военное использование топлива с другой категорией источника.

Другие виды деятельности, связанные с авиацией, при которых образуются выбросы, включают заправку и транспортировку топлива в целом, техническое обслуживание двигателей ВС и аварийный слив топлива во избежание несчастных случаев. Также в зимнее время защита крыльев и ВС от обледенения и устранение обледенения являются источниками выбросов в аэрокомплексах. Многие материалы, используемые для данных видов деятельности, стекают с крыльев во время стоянки, рулежки и взлета и затем испаряются. Однако это очень небольшие выбросы, и специальные методы для их оценки не включаются.

Существуют дополнительные проблемы, связанные с разделением на внутренние и международные выбросы. Т.к. источники данных каждой страны являются уникальными для данной категории, не представляется возможным сформулировать общее правило относительно того, как производить распределение, если нет четких данных. Рекомендуется ясно формулировать сделанные допущения, чтобы можно было оценить полноту.

4.2 Двойной учет с другими секторами

Выбросы и топливо от полетов над чужой территорией исключаются из этих расчетов, чтобы избежать двойного учета выбросов.

4.3 Проверка достоверности

Представленная здесь методология может использоваться со статистикой по международным полетам (например, от УВД) для перекрестной проверки оценок, выполненных отдельными национальными экспертами на основе национального использования топлива и статистики полетов.

Национальные оценки можно проверять по центральным инвентаризациям, например таким, как ANCAT (1998) и НАСА (1996) для 1991/92 и 1992, соответственно.

Оценки выбросов и использованного топлива на доступное пройденное место-километр также можно сравнивать с другими странами и типами ВС для обеспечения надежности собранных данных.

4.4 Оценка неопределенности

Погрешности оценок выбросов от ВС тесно связаны с коэффициентами выбросов, которые используются для оценок.

Выбросы CO₂ (и использование топлива) обычно определяются с большей точностью, чем выбросы от других загрязняющих веществ.

4.4.1 Подход уровня 1

Точность распределения топлива между внутренними и международными полетами будет зависеть от национальных условий.

Использование "стандартных" коэффициентов выбросов может значительно снизить погрешность. В отношении коэффициентов для циклов ПВ точность является более высокой для крейсерских полетов (из-за источника коэффициентов, из которых берутся средние значения). Рассчитать количественную оценку погрешности будет тяжело. Однако погрешность может быть в диапазоне 20-30 % для коэффициентов для циклов ПВ и 20-45 % для коэффициентов для крейсерских полетов.

4.4.2 Подход уровня 2

Точность распределения топлива между внутренними и международными полетами будет зависеть от национальных условий. Погрешность происходит в основном из-за источника коэффициентов выбросов. Неопределенность, связанная с коэффициентами выбросов для крейсерских полетов, очень высока.

4.4.3 Подход уровня 3

Погрешности связаны с коэффициентами выбросов для двигателей. По оценкам ИКАО (1995) погрешности различных коэффициентов для циклов ПВ составляют приблизительно 5–10 %. Предполагаются, что погрешности для крейсерских полетов составляют 15–40 %.

4.5 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК

Конкретные проблемы отсутствуют.

4.6 Координатная привязка

Аэропорты и выбросы необходимо ассоциировать с соответствующей территориальной единицей (например, страной). Аэропорты можно разделить по территориальным единицам следующим образом:

- можно определить использование топлива и объем выбросов для конкретных аэропортов, а затем суммировать, чтобы показать выбросы от региона, которые в свою очередь можно суммировать для всей страны в целом. Необходимо определить аэропорты, расположенные в различных территориальных областях;
- из национальных количественных оценок выбросов можно сделать распределение выбросов для территориальных областей и аэропортов с помощью кода, отражающего авиационную деятельность (например, количество циклов посадки и взлета) для территориальных областей и аэропортов.

4.7 Отчетность и документация

Конкретные проблемы отсутствуют.

4.8 Области данной методологии, которые требуют проведения дополнительных изысканий

В нижеприведенном списке дан обзор вопросов и областей, которые требуют дополнительных изысканий.

Цикл ПВ

- Приоритетным является обновление коэффициентов потребления топлива и выбросов в соответствии с данными Евроконтроля, чтобы лучше отражать характеристики выбросов современных ВС.
- Оценки использования топлива и выбросов, основанные на циклах ICAO (см. ICAP Приложение 16, том I) могут не точно отражать ситуацию с ВС и операциями в аэропорту.
- Может потребоваться проведение более подробного исследования соотношения между незначительными загрязняющими веществами и контролируруемыми загрязняющими веществами (НС, CO, NO_x).

Выбросы выше 3 000 футов (914 м)

- Приоритетным является обновление коэффициентов потребления топлива и выбросов в соответствии с данными Евроконтроля, чтобы лучше отражать характеристики выбросов современных ВС.
- Коэффициенты выбросов и использование топлива на коротких расстояниях (125 и 250 морских миль) трудно смоделировать и предлагаемые значения обладают высокой степенью неопределенности.
- Фактическое расстояние полета по сравнению с расстояниями по ортодромии, которые приведены в графике официального руководства авиакомпаний, могут отличаться на 10-11 % в Европе (ANCAT/EC2 1998).
- Фактическая высота полета может отличаться в зависимости от ограничений УВД по сравнению с идеальной высотой полета в соответствии с компьютерной моделью PIANO, которая используется в британском Министерстве по делам бизнеса, предпринимательства и государственной реформы. Высота будет влиять на потребление топлива (более низкая высота крейсерского полета означает более высокую скорость потребления топлива и, следовательно, более высокий уровень выбросов), а также на скорость производства NO_x.

Выбросы ТЧ, включая ТЧ_{2,5}

Существует фундаментальное несоответствие между выбросами ТЧ (ОКВЧ, ТЧ₁₀ и ТЧ_{2,5}), отчетность о которых предоставляется сторонами КТЗВБР в Центр ЕМЕП по кадастрам и прогнозам выбросов (ЦКПВ), о чем свидетельствуют различные соотношения ТЧ_{2,5}/ОКВЧ и ТЧ_{2,5}/ТЧ₁₀. Чаще всего в отчетах присутствует значение 1,00, т.е. предполагается, что все выбросы ТЧ от ВС можно рассматривать как ТЧ₁₀. Это отношение также используется в данном Руководстве.

5 Глоссарий и аббревиатуры

AERONOX	Проект ЕС "Влияние выбросов NO _x от ВС на атмосферу на высоте полета 8-15 км" (AERONOX, 1995)
ANCAT	Устранение источника загрязнения, вызываемого воздушным транспортом, технический комитет Европейской конференции гражданской авиации (ЕКГА)
УВД	Управление воздушным движением
САЕР	Комитет по охране окружающей среды от воздействия авиации
ICAO	Международная организация гражданской авиации
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
Цикл ПВ	Цикл посадки и взлета

6 Список цитированной литературы

- AERONOX (1995). U. Schumann (ed.). The Impact of NO_x Emissions from Aircraft upon the Atmosphere at Flight Altitudes 8–15 km. ISBN-92-826-8281-1.
- ANCAT (1998). ANCAT/EC2 Global Aircraft Emission Inventories for 1991/1992 and 2015. Report by the ECAC/ANCAT and EC working group. Ed. R Gardner. ISBN 92-828-2914-6, 1998.
- Archer, L.J., Aircraft emissions and the environment. Oxford Institute for Energy studies. 1993. ISBN 0948061 79 0.
- CAEP (1998). CAEP 4th meeting, 1998. CAEP-SG/2-Report pp. B-2, B-3.
- Döpelheuer, A., og M. Lecht (1998): Influence of engine performance on emission characteristics. RTO AVT Symposium on 'Gas Turbine Engine Combustion, Emissions and Alternative Fuels'. NATO Research and Technology Organization. RTO meeting proceedings.
- EPA (1985). Compilation of air pollutant emission factors. Vol. II: Mobile sources, 4th edition.
- Eyers, C.J., Norman, P., Plohr, M., Michot, S., Atkinson, K., and Christou, R.A., (2004), 'AERO2k Global aviation emissions inventories for 2002 and 2025.' QINEYIQ/04/01 113 UK, December 2004.
- Falk (1999). Estimating the fuel used and NO_x produced from Civil passenger aircraft from ANCAT/EC2 Inventory data. Report No DTI/EID3C/199803. 1999.
- Frawley (1999). The International Directory of Civil Aircraft 1999/2000, Airline Publishing Ltd, Shrewsbury, England, ISBN NO: 1-84037-118-8.
- Hasselrot, A. (2000). Database Model for Studying Emissions from Aircraft in Variable Flight Profile. The Aeronautical Research Institute of Sweden (FOI, Aerodynamic Division - FFA). FFA TN 2000-69.
- ICAO (1989a). (Committee on Aviation Environmental Protection, CAEP): ICAO exhaust emissions databank. Presented at Working Group 3 meeting October 1989, Mariehamn, Aland (ref. WG3 BIP 4).
- ICAO (1989b). The economic situation of air transport: review and outlook 1978 to the year 2000. ICAO, Montreal, Circular 222-AT/90.
- ICAO (1993). International Standards and Recommended Practices, Environmental Protection Annex 16, Volume II Aircraft Engine Emissions (second ed.) ICAO, 1993.
- ICAO (1995). Engine exhaust emissions databank. First edition. Doc 9646-AN/943.
- ICAO (1995b). Aircraft engine emissions. UNECE Workshop on Control Technology for Emissions from Off-road Vehicles, and Machines, Ships and Aircraft. Oslo, 8–9 June, 1995.
- ICAO (2006). Aircraft engine emissions databank. Downloadable from website www.caa.co.uk/default.aspx?categoryid=702&pagetype=90
- ICAO (2007). The ICAO Airport Air Quality Guidance Manual, Preliminary Edition 2007, ICAO Doc 9889.
- IPCC (1990). IPCC First Assessment Report. Volume III: WG III Formulation of Response Option Strategies.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC (1999). IPCC special report: Aviation and the Global Atmosphere. Summary for policymakers. IPCC-XV/Doc. 9a.
- Kim, B., Fleming, G., Balasubramanian, S., Malwitz, A., Lee, J., Ruggiero, J., Waitz, I., Klima, K., Stouffer, V., Long, D., Kostiuik, P., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillett, W., (2005a). 'SAGE: The system for assessing aviation's global emissions'. FAA-EE-2005-01, (September 2005).

Kim, B., Fleming, G., Balasubramanian, S., Malwitz, A., Lee, J., Waitz, I., Klima, K., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillette, W., (2005b), 'SAGE: Global aviation emissions inventories for 2000 through 2004'. FAA-EE-2005-02, September 2005.

Malwitz, A., Kim, B., Fleming, G., Lee, J., Balasubramanian, S., Waitz, I., Klima, K., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillette, W., (2005), 'SAGE: Validation assessment, model assumptions and uncertainties' FAA-EE-2005-03, September 2005.

MEET (1997). Manfred T. Kalivoda and Monika Kudrna, Methodologies for estimating emissions from air traffic. MEET Deliverable No 18. The European Commission.

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

MEET (1999). Transport Research, 4th Framework Programme, Strategic Research, DG VII 1999. ISBN 92-828-6785-4. European Communities 1999.

NASA (1996). Baughcum S. et al. Scheduled Aircraft Emission Inventories for 1992. Database development and analysis, NASA contract report no 4700, NASA Langley Research Centre.

Nüsser, H-G. and Schmitt, A. (1990). The global distribution of air traffic at high altitudes, related fuel consumption and trends. In: Schumann, U. (ed.): Air traffic and the environment - background, tendencies and potential atmospheric effects. Springer Verlag, Berlin, 1990, pp. 1–11.

OAG timetable, World Airways Guide. Reed Travel Group, Dunstable, England.

Olivier, J.G.J. (1991). Inventory of Aircraft Emissions: A Review of Recent Literature. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Report No 736 301 008, Bilthoven, the Netherlands.

Olivier, J.G.J (1995). Scenarios for Global Emissions from Air Traffic. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Report No 773 002 003, Bilthoven, the Netherlands

Petzold, A., A Döpelheuer, C.A. Brock og F. Schröder (1999): In situ observations and model calculations of black carbon emissions by aircraft at cruise altitude. Journal of Geophysical Research. Vol. 104. No D18. 22,171-22,181.

Shareef, G.S., Butler, W.A., Bravo, L.A., and Stockton, M.B. (1988): Air emissions species manual. Vol. I: Volatile organic compound (VOC) species profiles. Radian Corp., 1988. EPA report 450/2-88-003a.

UNECE (2009). Guidelines for reporting emission data under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. ECE/EB.AIR/97.

USEPA (1999).

www.epa.gov/pub/EmisInventory/nti_96/mustread/mobiledocumentation/AIRCR.PDF

Winther, M., Kousgaard, U. & Oxbøl, A. 2006. Calculation of odour emissions from aircraft engines at Copenhagen Airport. Science of the Total Environment (366), pp. 218–232.

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 руководителями экспертной группы вы можете узнать на официальном сайте ЦГИПВ в Интернете (<http://tfeip-secretariat.org/expert-panels-transport/>).

Приложение А Прогнозы

Будущие выбросы от ВС будут определяться по объему воздушного движения, новым технологиям ВС и скорости, с которой обновляется парк ВС.

Согласно МГЭИК (1999) общее мировое значение пассажиро-километров будет расти на 5 % ежегодно в период между 1990 и 2015 гг. с соответствующим ростом использования топлива на 3 % в год за этот же период. Разница объясняется ожидаемым улучшением эффективности авиационного топлива. Предполагаемые темпы роста в отдельных странах будут, вероятно, описаны в транспортных планах, информации о которых можно получить у национальных министерств транспорта.

За последние 30 лет КПД авиационных двигателей увеличился, а благодаря высокой цене на топливо эта тенденция будет сохраняться. Как было указано в подразделе 3.7, ожидается, что усиление норм на выбросы приведет к снижению коэффициентов выбросов NO_x.

NO_x можно уменьшить, применяя двигатели, оборудованные двойными кольцевыми камерами сгорания (МЕЕТ, 1998). Эта технология была применена в новых ВС, например, В737-600. Предлагаемые усредненные изменения коэффициентов выбросов приведены в таблице А1. Следует учесть, что они могут быть выше или ниже в зависимости от скорости, с которой обновляется парк (см. ниже).

Таблица А1 Изменения коэффициентов выбросов относительно текущего уровня (базовый вариант)

	NO _x	СО	НС
2010	-10 %	-6 %	-6 %
2020	-20 %	-27 %	-24 %

Было проведено исследование о возможности значительного снижения выбросов NO_x, СО и НС (МЕЕТ 1998) для двигателей. Однако неясно, через какое время результаты данного исследования будут коммерчески доступны, поэтому не рекомендуется их использовать в прогнозах базового варианта.

Также продолжается исследование улучшения конструкции ВС для дальнейшего улучшения топливной эффективности. Также использование новых материалов может оказаться полезным (МЕЕТ, 1998). В базовом варианте рекомендуется использовать значение годового улучшения средней топливной эффективности 1,5-2,5 %.

Темп изменения парка ВС сильно зависит от эксплуатирующей страны. Хотя ожидается, что ВС обладает длительным сроком службы, обычно от 25 до 35 лет, часто ВС продается другим операторам, возможно, в другие страны, и, возможно, используется для других нужд (например, для перевозки грузов). Ограничения по шуму также могут влиять на скорость изменения парка ВС. Для прогноза национальных выбросов ожидается, что крупные авиакомпании могут представить наиболее точную информацию о предполагаемом изменении парка, т.к. это часть их долгосрочных планов. Анализ будущего парка ВС, выполненный британским Министерством по делам бизнеса, предпринимательства и государственной реформы (МЕЕТ, 1998), приведен в таблице А2.

Таблица А2 Возрастной состав мирового флота в 2010 и 2020 гг. (%)

Возраст (годы)	2010	2020
0-5	27,6	32,5
6-10	20,5	22,9
11-15	19,7	17,8
16-20	23,5	16,2
21-25	8,6	10,6

Примечание:

Увеличение парка с 2010 по 2020 составит 26 %.

Коммерческое использование альтернативных видов топлива – дело далекого будущего, и его не следует включать в какие-либо базовые прогнозы для выбросов. Водород является наиболее вероятной альтернативой керосина (MEET, 1998). Это топливо будет более эффективным. Оно генерирует меньше выбросов, чем керосин (производя NOx и водяной пар, но без соединений углерода). Однако выбросы жизненного цикла зависят от того, как производится водород. Производство водорода является очень энергоемким, а применение водорода в качестве альтернативного топлива потребует массовых инвестиций в наземную инфраструктуру, кроме модернизации ВС.

Приложение Б Дополнительные комментарии по поводу коэффициентов выбросов

ИКАО (1995) (банк данных выбросов выхлопных газов) предлагает данные по выбросам от основных авиационных двигателей для сертифицированных турбореактивных и турбовентиляторных двигателей, включая скорость использования топлива, а также коэффициенты выбросов для HC , CO и NO_x для различных установок тяги. Другие подходящие данные о выбросах берутся из других источников. Теперь банк данных выбросов выхлопных газов можно найти в Интернете на сайте www.caa.co.uk/default.aspx?categoryid=702&pagetype=90. Кроме HC , CO и NO_x в этой версии также содержатся коэффициенты выбросов для дыма при различных установках тяги (столбцы от VL до VO банка данных в ИКАО 2006). Коэффициенты выбросов ТЧ можно взять из данных для дыма, методология, используемая для данного преобразования (т.н. аппроксимация первого порядка версия 3 – FOA3), опубликована в ИКАО (2007).

Выбросы тяжелых металлов в принципе определяются по содержанию металлов в керосине или бензине. Таким образом, можно применять общие коэффициенты выбросов для стационарных источников сжигания керосина и сжигания бензина в легковых автомобилях. Единственным исключением является свинец. Свинец добавляется в авиационный бензин для увеличения октанового числа. Содержание свинца выше, чем в этилированном бензине для легковых автомобилей. Максимально допустимые уровни в Великобритании приведены ниже.

Содержание свинца в авиационном бензине, Великобритания

Обозначение авиационного бензина	Максимальное содержание свинца (как Тетраэтилсвинец)
AVGAS 80	0,14 г/л
AVGAS низкое содержание свинца 100	0,56 г/л
AVGAS 100	0,85 г/л

В качестве значения по умолчанию необходимо использовать значение 0,6 г свинца на литр бензина, если более подробная информация недоступна. Фактические данные можно получить у нефтяных компаний.

О твердых частицах от ВС доступно мало информации. В Petzol et al. (1999) и Döpelheuer et al. (1998) опубликованы данные для различных типов ВС. В Petzol (1999) также описывается размер частиц. Для более новых ВС характерно следующее распределение частиц по размеру: диаметр от 0,025 до 0,15 мкм. Для более новых ВС (сертифицированных после 1976 г.), например, A300, B737 и DC10, коэффициент выбросов составляет приблизительно 0,01 г/кг топлива. В Döpelheuer (1998) также приводятся данные для различных фаз полета для A300. Коэффициент выше при взлете (0,05 г/кг) и ниже при крейсерском полете (0,0067 г/кг), в то время как коэффициент для подъема и снижения составляет 0,01 г/кг.

В соответствии с научными принципами сгорания предполагается, что соотношение $\text{TC}_{2,5}/\text{TC}_{10}$ для авиационных двигателей будет таким же, или больше, чем для внутренних двигателей сгорания. При условии, что соотношение двигателей сгорания составляет 94 %, будет целесообразно предположить, что для ВС их выбросы ТЧ можно рассматривать как $\text{TC}_{2,5}$. Соотношение $\text{TC}_{2,5}/\text{TC}_{10}$ наиболее часто используется, когда значения в отчете для ЕМЕП составляют 1,0. Это отношение также используется в данном Руководстве.

В настоящий момент доступно мало информации о возможных выбросах выхлопных газов в виде стойких органических загрязнителей (СОЗ) от авиационных двигателей. В АООС США получили долю ПАУ-16/ЛОС $1,2 \cdot 10^{-4}$ и долю ПАУ-7/ЛОС $1,0 \cdot 10^{-6}$ для коммерческой авиации (АООС США 1999). Здесь ПАУ-7 включают четыре ПАУ ЕЖ ООН и три дополнительных соединения.

Выбросы воды (H_2O) можно взять из потребления топлива со скоростью
1 237 кг воды/кг топлива.

Используя коэффициенты выбросов, особое внимание следует уделять предположениям о весовых процентах серы (предполагается значение в 0,05 %). Если процент серы используемого топлива отличается, это необходимо учитывать. Если используемый процент серы составляет, например, 0,01 % вместо 0,05 %, коэффициент выбросов необходимо делить на 5, чтобы получить истинный коэффициент.

Приложение В Фракции ЧУ от авиационных выбросов ТЧ

В таблице В1 представлен краткий обзор пяти исследований, подходящих в качестве источников для данных о фракциях ЧУ от авиационных выбросов ТЧ (f-ЧУ). Помимо фракций f-ЧУ для каждого исследования перечислены типы двигателей и режимы испытания выбросов, 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 Petzold et al. (2009) проведены испытания выбросов в четырех рабочих условиях двигателя на контрольно-испытательной установке в рамках проекта SAMPLE (Исследование выборки и измерения авиационных выбросов частиц). Измерения ТЧ включают выбросы частиц в форме связанного водой сульфата. Также измерены значения ЧУ и элементарного углерода (ЭУ). В Petzold et al. (2009) обнаружено, что ЧУ равняется ЭУ. Никаких тенденций в выбросах не наблюдалось при изменении режимов испытания двигателя.

Petzold et al. (2003) имитирует на контрольно-испытательной установке с крейсерским режимом двигателя влияние выбросов от топлива с низким, средним и высоким содержанием серы на двигателях старой и новой технологий. Измерены выбросы ЧУ и ОСУ (общее содержание углерода). Затем выбросы ОСУ регулируются с направлением на 30 % вверх (ср. Petzold et al. (2009)) для расчета общей массы ТЧ и определения фракции f-ЧУ. Никаких тенденций в выбросах не наблюдалось при изменении режимов испытания двигателя.

В Rogers et al. (2005) проводится наземное измерение характеристик излучения факела двигателя МБР на выбросы военного истребителя с реактивным двигателем и турбовального двигателя, которые используются на военных вертолетах. В Rogers et al. (2005) приводятся данные измерений выбросов ЭУ, ОУ и общей массы ТЧ, а коэффициент измеренного ЭУ упоминается как "черный коэффициент" ("black factor"). На основе одного испытания они получают коэффициенты ЧУ, которые можно отнести к коэффициентам выбросов массовых ТЧ.

В Kinsey et al (2010) приводится отчет о наземном измерении характеристик излучения факела двигателя МБР для девяти коммерческих авиационных двигателей в трех полевых компаниях Эксперимента с авиационными выбросами частиц (АРЕХ), исследования 1-3. В дополнительном материале для Kinsey et al. (2010) выбросы ЭУ интерпретируются как ЧУ, и далее отмечается, что выбросы летучих ТЧ состоят из серы и органических ТЧ. В Kinsey et al. (2010) для пяти авиационных двигателей выбросы общей массы ТЧ разделяются на летучие (PMvol) и нелетучие (PMnon vol) фракции. Для данной заметки доля нелетучих частиц от общей массы ТЧ берется равной фракции f-ЧУ.

В Agrawal et al. (2008) приводятся данные об измерении ТЧ, ЭУ и ОУ для четырех коммерческих летательных аппаратов. Никаких тенденций в выбросах не наблюдалось при изменении режимов испытания двигателя. Для данной заметки значения ЭУ используются для ЧУ в соответствии с предположениями, сделанными, например, Rogers et al. (2005) и Kinsey et al. (2010).

В Winther et al. (2012) приводятся данные расчетов выбросов ТЧ для авиационных двигателей на основе фактических летных рабочих данных и комбинаций ВС/двигателей в качестве вводных данных для подробной оценки качества воздуха в аэропорту Копенгагена (Ellerman et al., 2011). Метод FOA3 (ICAO, 2008) использовался для оценки выбросов ТЧ, разбитых на летучие ТЧ из серы в топливе и выхлопных ЛОС, и нелетучие ТЧ из сажи. Затем получалась весовая фракция f-ЧУ топлива (доля нелетучих частиц от общей массы ТЧ), учитывающая режимы мощности двигателя при посадке, взлете и рулежке. Фракция f-ЧУ для аэропорта Копенгагена была равна фракции f-ЧУ, рассчитанной для ПВ для аэропорта Схипхол в Амстердаме также с использованием метода FOA3 (Andreas Petzold, DLR, 2012).

Фракции f-ЧУ, взятые из вышеупомянутых исследований, перечислены в следующей таблице В1.

Таблица В1 Фракции ЧУ от выбросов ТЧ из соответствующих исследований

Исследование	Типы ВС/двигателя	Условия испытаний	f-ЧУ
Petzold et al. (2003)	Старый двигатель	Крейсерская, малосернистое	0.61
		Крейсерская, среднесернистое	0.44
		Крейсерская, высокосернистое	0.50
	Новый двигатель	Крейсерская, малосернистое	0.75
		Крейсерская, среднесернистое	0.31
		Крейсерская, высокосернистое	0.40
Agrawal et al. (2008)	CFM56-7B22	Режим 1 (4 и 7 %)	0.31
		Режим 2 (30 и 40 %)	0.08
		Режим 3 (65 %)	0.59
		Режим 4 (85 %)	0.59
	CFM56-3B1	Режим 1 (4 и 7 %)	0.48
		Режим 2 (30 и 40 %)	0.60
		Режим 3 (65 %)	0.26
		Режим 4 (85 %)	0.85
	CFM56-3B2	Режим 1 (4 и 7 %)	0.55
		Режим 2 (30 и 40 %)	0.69
		Режим 3 (65 %)	0.74
		Режим 4 (85 %)	0.79
CFM56-7B22	Режим 1 (4 и 7 %)	0.47	
	Режим 2 (30 и 40 %)	0.72	
	Режим 3 (65 %)	0.86	
	Режим 4 (85 %)	0.68	
Rogers et al. (2005)	Военный F404-GE-400, T700-GE-401	65%-80%, 67%-98%	0.56
Kinsey et al. (2010)	CFM56-2C1	Различные режимы мощности	0.38
	CFM56-3B1	Различные режимы мощности	0.21
	AE3007A1E	Различные режимы мощности	0.38

	P&W4158	Различные режимы мощности	0.46
	RB211-535E4B	Различные режимы мощности	0.59
Petzold et al. (2009)	Контрольно-испытательная установка	Условие 1	.0.66
		Условие 2	0.33
		Условие 3	0.54
		Условие 4	0.36
Winther et al. (2012)	Флот аэропорта Копенгагена / двигатель	Посадка	0.33
		Взлет	0.54
		Рулежка	0.30
Petzold et al. (2003)		Среднее	0.50
Agrawal et al. (2008)		Среднее	0.58
Rogers et al. (2005)		Среднее	0.56
Kinsey et al. (2010)		Среднее	0.40
Petzold et al. (2009)		Среднее	0.47
Winther et al. (2012)		Среднее	0.39
	Среднее (все)		0.48

Заключение

Количество доступных данных рассматривается как недостаточное для предложения различных фракций f-ЧУ для различных уровней и однозначно для ПВ и крейсерского полета в главе руководства по авиации. Отсюда то же самое среднее значение фракции f-ЧУ (f-ЧУ = 0,48) будет предложено для простых методов ПВ и крейсерского полета на уровне 1, методов уровня 2 для конкретного типа ВС, методов уровня 3 для пунктов вылета и прилета различных типов ВС, а также для военных ВС. Для поршневых ВС будут использоваться данные Winther и Nielsen (2011) (f-ЧУ = 0,15) на основе информации Kupiainen and Klimont (2004).

В таблице В2 перечислены таблицы в главе руководства по авиации, в которых содержится информация о фракции f-ЧУ. Эти фракции необходимо потом совмещать с существующими коэффициентами ТЧ в Руководстве для определения итогового коэффициента выбросов ЧУ в каждом случае.

Таблица В2 Таблицы руководства, в котором содержатся данные о фракциях f-ЧУ

Таблица №	Уровень	Подробности	Источник f-ЧУ
		Старый/средний флот; КВ ПВ и	
3-3	1	крейсерского полета	Настоящая заметка; f-ЧУ = 0,48
3-5	2	КВ ПВ на тип ВС	Настоящая заметка; f-ЧУ = 0,48
3-4	1	Поршневой ВС	Winther et al. (2011); f-ЧУ = 0,48
3-15	2	Военные	Настоящая заметка; f-ЧУ = 0,48

Список благодарностей от авторов

Выражаем благодарность Андреас Петзолд, DLR, за технические переговоры.

Список цитированной литературы

Agrawal, H., Sawant, A.A, Jansen, K., Miller, J.W. Cocker III, D.R. 2008: Characterization of chemical and particulate emissions from aircraft engines, *Atmospheric Environment* 42 (2008) 4380–4392.

Ellermann, T., Massling, A., Løfstrøm, P., Winther, M., Nøjgaard, J. K. & Ketzel. M.. 2011: Investigation of air pollution at the apron at Copenhagen airport in relation to working environment (Danish with English summary) DCE - Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University. 148 p. – DCE report no. 5. <http://www.dmu.dk/Pub/TR5.pdf>

ICAO (2008): ICAO COMMITTEE ON AVIATION ENVIRONMENTAL PROTECTION WORKING GROUP 3 - EMISSIONS TECHNICAL, 4th Meeting, 20-24th May 2008, Montreal, Canada, Working Paper: FOA3.0 Guidance Manual for Use By MODTF, CAEP8-WG3-WP08 (FOA3.0 Guidance Manual).

Kinsey, J.S., Dong, Y., Williams, D.C, Logan, R. 2010: Physical characterization of the fine particle emissions from commercial aircraft engines during the Aircraft Particle Emissions eXperiment (APEX) 1-3, *Atmospheric Environment* 44 (2010) 2147-2156.

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.

Petzold, A., Stein, C., Nyeki, S., Gysel, M., Weingartner, E., Baltensperger, U., Giebl, H., Hittenberger, R., Döppelheuer, A., Vrhoticky, S., Puxbaum, H., Johnson, M., Hurley, C. D., Marsh, R., Wilson, C. W. 2003: Properties of jet engine combustion particles during the PartEmis experiment: Microphysics and Chemistry, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 30, NO. 13, 1719, doi:10.1029/2003GL017283.

Petzold, A., Marsh, R., Johnson, M., Miller, M., Sevcenco, Y., Delhaye, D., Vancassel, X., Ibrahim, A., Veira, A., Williams, P., Bauer, H., Crayford, A., Morris, S., Kay, P., Bowen, P., Bachalo, W.D., Raper, D. 2009: Study on sampling and measurement of aircraft particulate emissions SAMPLE – Final Report, EASA.2008.OP.13, 46 pp., DLR Germany.

Rogers, F., Arnott, P., Zielinska, B., Sagebiel, J., Kelly, K.E., Wagner, D. Lighty, J.S. Sarofim, A.F 2008: Real-Time Measurements of Jet Aircraft Engine Exhaust, *J. Air & Waste Management Association*. 55:583–593.

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.

Winther, M., Kousgaard, U., Ellermann, T., Ketzel, M., Løfstrøm, P., Massling, A., Nøjgård, J.K. 2012: Emissions from Aircraft and Handling Equipment in Copenhagen Airport, 8 pp, 19th International Transport and Air Pollution Conference 2012, 26-27 November 2012 Thessaloniki, Greece.

Приложение Г Пример методов уровня 3А / уровня 3В, Модель предварительного выброса (АЕМ) EUROCONTROL

В данном приложении описывается применение методов уровня 3а / уровня 3б с помощью Модели предварительного выброса (АЕМ) от EUROCONTROL, которая является моделью, одобренной группой Моделирования и баз данных ICAO /CAEP.

Методы, предложенные EUROCONTROL, касаются только информации движения ВС, доступного в зоне покрытия EUROCONTROL; это также касается только полетов по правилам полетов по приборам (плюс гражданские вертолеты). Военные полеты не включены, полеты не по правилам полетов по приборам также не включаются.

Расчет выгорания топлива ниже 3 000 футов основан на цикле ПВ, определяемом техническими условиями сертификации двигателей ICAO . База данных ICAO выбросов выходящих газов двигателя включает индексы выбросов и поток топлива для очень большого количества двигателей ВС. АЕМ связывает появление каждого ВС во входящем образце воздушного движения с одним из двигателей, перечисленных в Базе данных ICAO выбросов выходящих газов двигателя. EUROCONTROL может представить больший диапазон моделирования характеристик ВС и больший список типов эквивалентных ВС, когда точная модель расчета характеристик недоступна.

Из-за недостатка точности расчета выгорания топлива и выбросов во время моделирования данной части траектории ВС ниже 3 000 футов EUROCONTROL ввел методы, которые находятся между методами уровня 3А и уровня 3В.

Выгорание топлива и выбросы выше 3 000 футов (подъем / крейсерский полет / спуск) основаны на реальных 4D траекториях, извлеченных из базы данных центрального органа организации потоков, в которой содержатся все движения ВС, для которого траектория полностью находится в зоне покрытия EUROCONTROL. Для тех движений ВС, траектория которого находится частично в зоне покрытия EUROCONTROL, создаются наиболее подходящие траектории (на основе опыта, полученного в проекте AERO2K) и используются для расчета выгорания топлива и выбросов.

Расчет выгорания топлива выше 3 000 футов основан на базе авиационных данных (BADA) EUROCONTROL. Эта база данных предоставляет высотные характеристики и характеристики, зависящие от высоты, а также данные по выгоранию топлива для более чем 150 типов ВС.

Для движений ВС, траектория которого находится полностью за пределами зоны покрытия EUROCONTROL, траектории создаются на основе данных официального руководства авиакомпаний на тех же принципах, как и в предыдущем случае.

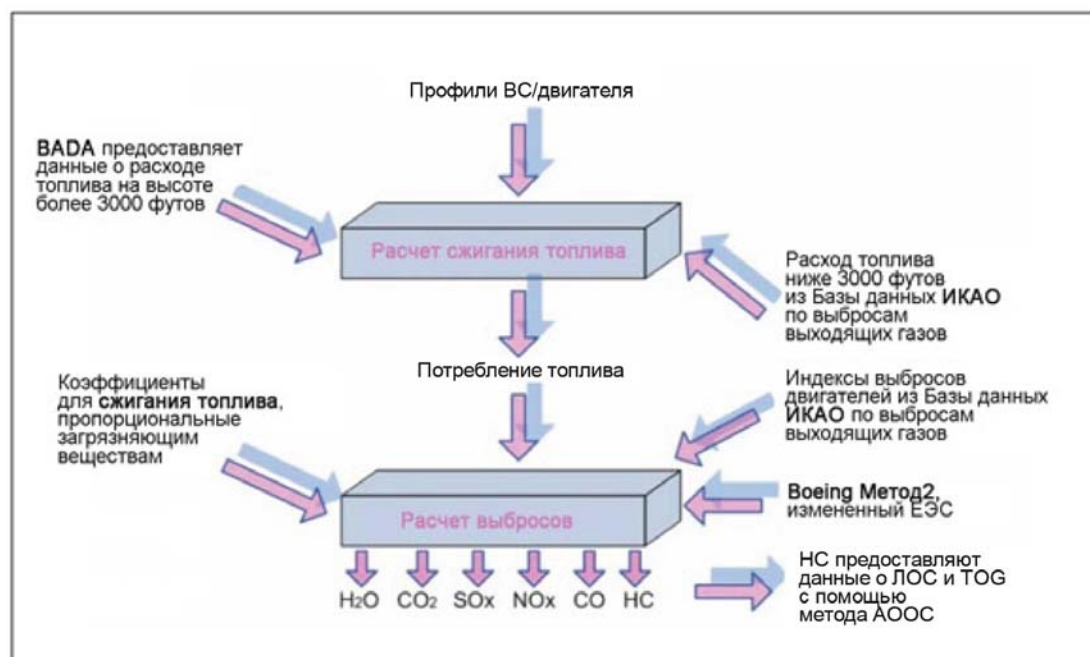


Рисунок Г1.1 Метод расчета выгорания топлива и соответствующих выбросов АЕМ

Время рулежки

Центральный офис анализов задержки (CODA) EUROCONTROL предоставляет статистику по задержкам ВС в Европе в целом, а также статистику о времени заруливания и выруливания на аэропорт и на сезон; дальнейшие данные о выруливании предоставляются для категорий вихря в спрутной струе. Время заруливания и выруливания приводится здесь: <http://www.eurocontrol.int/articles/coda-publications> (Название: Время рулежки внизу страницы).

Эти данные можно использовать для улучшения расчета ПВ, но, т.к. в настоящее время в АЕМ не учитываются категории вихря в спрутной струе (турбулентность, образуемая после ВС, зависящая от типа и массы ВС) или сезонные активности, напрямую можно использоваться только среднее время рулежки на аэропорт. Также использование различных данных о времени рулежки в аэропорту сделало бы хронологическое сравнение и проверку более затруднительными.