

КОД ИНЗВ: 1101  
1102  
1111  
1112

НАЗВАНИЕ ИСТОЧНИКА: Другие Источники и Приемники Сточных Вод  
*Неуправляемые лиственные леса*  
*Неуправляемые хвойные леса*  
*Управляемые лиственные леса*  
*Управляемые хвойные леса*

КОД НОМЕНКЛАТУРЫ ИСТОЧНИКОВ  
ВЫБРОСОВ: 11.01.04, 11.01.05, 301.01.(06-11), 301.01.(15-17)  
301.02.(04-12), 301.02.(15-16)  
301.11.(04-11), 301.11.(15-17)  
301.12.(04-12), 301.12.(15-16)

КОД НО: 11.C

## 1 Включенные виды деятельности

Рассмотрению подлежат выбросы от всех типов лиственных лесов (управляемых, неуправляемых, лиственных и хвойных). Листва лесов, в основном, служит источником летучих органических соединений (ЛОС). Здесь важно различать изопрен, монотерпен и «другие ЛОС». Выбросы от почвы лесной зоны рассмотрены в главе, связанной с видами деятельности 110117, 110216, 111117 и 111216. Необходимо принять во внимание, что для метана считается, что поток направляется из атмосферы в почву лесной зоны, поэтому для этой категории всегда рекомендуется обеспечивать нулевой коэффициент выбросов. Выбросы от лесных пожаров описаны в Главе 11.В «Лесные пожары. Лесные пожары и горения прочей растительности». Выбросы от подлеска и корневой системы еще не включены, но возможно они будут добавлены на более поздних этапах. Выбросы от кустарниковой растительности, маккии, гарриги или других типов растительности описаны в ИНЗВ 1104, «Природные луга и прочая растительность».

Другие источники выбросов парниковых газов даны в соответствующих руководствах, разработанных Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК)  
[www.ipcc-nggip.iges.or.jp/](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/)

## 2 Доля в общем количестве выбросов

Согласно данным, полученным рабочей группой Corinair90, доля (лиственных и хвойных) лесов составляет 19 % от общих выбросов неметановых летучих органических соединений (НМЛОС), 4,4 % от выбросов CH<sub>4</sub>, 14,3 % от выбросов N<sub>2</sub>O и 0,8 % от выбросов NH<sub>3</sub> в Европе.

Однако, как показано далее, цифры естественных выбросов ЛОС, полученные группой Corinair-1990, теперь следует считать устаревшими. В Таблице 2–1 сравниваются цифры, полученные в ходе последней оценки Simpson et al. (1995) и Guenther et al. (1995), с цифрами, полученными в ходе оценки антропогенных выбросов.

**Таблица 2–1: Сравнение измеренных выбросов изопрена, ДЛОС и монотерпена от лесов с выбросами ЛОС антропогенного характера. Единицы: килотонн в год**

Страна	Изопрен	ДЛОС	Монотерпен	Антропогенные ЛОС**
Албания	6	9	16	30
Австрия	32	78	30	418
Бельгия	30	13	7	364
Болгария	135	44	41	178
Чешская Республика***	70	95	124	
Дания	7	7	4	167
Финляндия	82	354	398	209
Франция	480	216	215	2393
Германия	121	190	249	3154
Греция	21	35	62	293
Венгрия	82	16	23	205
Исландия	0	0	7	6
Ирландия	2	6	11	102
Италия	53	89	142	2080
Люксембург	2	1	0,4	19
Нидерланды	8	6	5	424
Норвегия	29	104	143	266
Польша	63	176	113	802
Португалия	36	61	70	202
Румыния	154	83	55	567
Испания	137	248	272	1050
Швеция	108	389	370	528
Швейцария	5	17	30	284
Турция	213	460	175	
Россия	2006*	3197*	1060-3490[I]	3566
Великобритания	53	27	39	2287
Итого	4000	6000	3700-6100	20000

Примечание:

1. Все данные по выбросам изопрена и прочих ЛОС (ДЛОС) взяты из Simpson et al., 1995.
2. Все данные по выбросам монотерпена (за исключением России) взяты из Guenther et al., 1995, в килотоннах углерода.
3. \* Данные за 1989 даны для всего Советского Союза, однако, считается, что большая часть выбросов приходится на Россию.
4. \*\*Данные по антропогенным выбросам официально не подтверждены. Как правило, эти значения получают путем вычитания измеренных естественных выбросов и сельскохозяйственных выбросов из общего количества выбросов.
5. \*\*\* Бывшая Чехословакия.
6. Другие справочные материалы: I - Isidorov, 1992, суммарное значение выбросов сосновых+еловых лесов.

Считается, что данные виды деятельности не являются основными источниками PM<sub>2.5</sub>.

## 3 Общая информация

### 3.1 Описание

Процесс осуществления инвентаризации выбросов для выбросов от растительности в Европе все еще находится в зачаточном состоянии, и этот момент должен быть отражен при расчете метода инвентаризации. Более того, данные по инвентаризации НМЛОС, подготовленных для баз данных группы Corinair 1990, были устаревшими уже к моменту проведения последних повторных оценок коэффициентов выбросов, которые были основаны на этих данных (Guenther et al., 1993, 1995, 1998, Simpson et al., 1995, Seufert et al., 1997). Как правило, состав выбросов значительно отличается как в пределах одного типа растительности, так и для разных типов растительности. Данные о составах постоянно обновляются, а в некоторых случаях полностью корректируются.

Особенно это относится к НМЛОС, так как модели (а именно их оценки выбросов биогенного происхождения) почти полностью зависят от качества баз данных по землепользованию. Хотелось бы надеяться, что методы, предложенные в настоящем документе, приведут к формированию

общеввропейской базы данных, которая, в значительной степени, повысит качество оценки выбросов при расчетах моделей и принятии стратегических решений.

Термин ЛОС биогенного происхождения имеет весьма широкое значение, охватывающее большое количество соединений, из которых только некоторые, как правило, представляют большой интерес. Например, при составлении озоновой модели, в основном, большое значение имеет изопрен, он особенно полезен при инвентаризации этого соединения. Выбросы разных терпенов также могут быть важны, однако их поведение в атмосфере создает множество неопределенностей. Подобным образом, оставшиеся виды ЛОС («другие ЛОС» или ДЛОС), несомненно, оказывают некоторое влияние на химический состав атмосферы, но данных о химическом составе многих компонентов или количественном значении выбросов отдельных видов мало. Тем не менее, выбросы могут быть большими.

Данные об источниках и химическом составе ЛОС биогенного происхождения были недавно представлены Fehsenfeld et al., 1992. Недавно было опубликовано специальное издание *Атмосферная среда (Atmospheric Environment)*, в котором рассматривается большое количество проводимых в Европе измерений (Seufert et al., 1997).

Значения выбросов значительно разнятся в зависимости от видов деревьев. И по мере накопления информации было обнаружено, что некоторые виды, изначально отнесенные к классу, не являющихся источниками изопрена, производят изопрен в значительных количествах. С другой стороны, прежде считалось, что дубы производят большое количество изопрена, и теперь получил подтверждение тот факт, что некоторые пробковые дубы производят малое количество изопрена и большое количество терпенов (Seufert et al., 1997).

Эти выводы нашли свое отражение в новой системе кодов ИНЗВ, примененной в данной главе, которая приписывает коды не «источникам большого количества изопрена» и т.д., а отдельным видам деревьев.

### **Световые и температурные режимы, влияющие на выбросы**

Подходящая система, описывающая поток выбросов на часовой основе, которая распространяется на все виды растительности, представлена в Guenther et al. (1996):

$$\text{Поток (мкг м}^{-2} \text{ год}^{-1}) = \int \varepsilon \cdot D \cdot \gamma \, dt \quad (1)$$

где

$\varepsilon$  = среднее значение выбросов (мкг г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>) для каждого отдельного вида,

$D$  = плотность лиственной биомассы (г сухого веса листвы м<sup>-2</sup>), и

$\gamma$  = безразмерный поправочный коэффициент с учетом условий окружающей среды, который отражает влияние кратковременных (например, почасовых) изменений температуры и солнечной радиации на выбросы.

В издании Guenther et al. (1991, 1993) показано, что при соответствующем приближении влияние кратковременных (почасовых) изменений на выбросы изопрена может быть описано произведением коэффициента, зависящего от освещения,  $C_L$ , и коэффициента, зависящего от температур,  $C_T$ . Таким образом, эти изменения могут быть описаны так называемым алгоритмом ISOG:

$$\gamma_{iso} = C_L \cdot C_T \quad (2, \text{ISOG})$$

Коэффициент освещения,  $C_L$ , определяется по формуле:

$$C_{L_{iso}} = \frac{\alpha c_{L1} L}{\sqrt{1 + \alpha^2 L^2}} \quad (3)$$

где

$\alpha$  (= 0,0027), и

$c_{L1}$  (= 1,066) являются эмпирическими постоянными, а

$c_{L1}$  L представляет поток ФАР (фотосинтетический поток фотонов) (мкмоль фотонов (400-700нм)  $m^{-2} c^{-1}$ ).

Температурная зависимость  $C_{T_{iso}}$  описывается формулой:

$$C_{T_{iso}} = \frac{\exp(C_{T1}(T - T_s) / RT_s T)}{1 + \exp(C_{T2}(T - T_M) / RT_s T)} \quad (4)$$

где

R - это газовая постоянная ( $= 8,314 \text{ Дж К}^{-1} \text{ моль}^{-1}$ ), а

$c_{T1}$  ( $= 95000 \text{ Дж моль}^{-1}$ ), а

$c_{T1}$   $C_{T2}$  ( $= 230000 \text{ Дж моль}^{-1}$ ), а

$c_{T1}$   $T_M$  ( $= 314 \text{ К}$ ) является эмпирическим коэффициентом, основанным на измерении трех видов растений: эвкалипта, осины и бархатного боба, который, однако, действителен для множества других видов растений (Guenther et al. 1993, Guenther 1997);

$c_{T1}$   $T_s$  ( $= 303 \text{ К}$ ) - стандартная температура.

Коэффициент поправки с учетом условий окружающей среды для выбросов монотерпена, производимого большинством растений, представляется в параметрическом виде при помощи следующей формулы (Guenther et al. 1993):

$$\gamma_{mts} = \exp(\beta \cdot (T - T_s)) \quad (5a, \text{MTS})$$

где

$\beta$  ( $= 0,09 \text{ К}^{-1}$ ) является эмпирическим коэффициентом, основанном на нелинейном регрессионном анализе многочисленных измерений, представленных в литературе. Такой тип выбросов связан с испарением терпенов, накопленных в растительных тканях (в настоящем документе такой алгоритм носит название MTS).

Недавно было обнаружено, что выбросы монотерпена от пробкового дуба, а также европейской ели, показывают зависимость от светового режима. По крайней мере, для вида *Q. ilex*, эта зависимость хорошо описывается алгоритмом выбросов изопрена Гюнтера (Kesselmeier et al., 1996, Seufert et al., 1997). Обозначив такое поведение аббревиатурой MTL, мы имеем:

$$\gamma_{mtl} = \gamma_{iso} \quad (5b, \text{MTL})$$

Эти алгоритмы выбросов отражают текущие знания о выделении растениями терпеноидов. Скорее всего, в будущем, когда большее количество данных о биологической сущности биосинтеза и выбросах терпеноидов станет доступным, такие алгоритмы изменятся, так как суммарное значение выбросов все еще показывает трехкратную неопределенность или даже больше. Такие колебания коэффициента, в основном, зависят от (1) разницы в выбросах от ветви к ветви, от дерева к дереву, (2) влияния сезона, (3) режима питания растения, (4) стрессовых условий и (5) экспериментальных погрешностей. Предложения по улучшению алгоритма были сделаны в издании Schuh et al. (1997) и Schnitzler et al. (1997), но большинство этих предложений требует дальнейших исследований, прежде чем они могут быть рекомендованы в качестве замены основных алгоритмов Гюнтера.

Связь условий окружающей среды и выбросов ДЛОС понятна еще меньше, чем зависимости выбросов изопрена и монотерпенов. Выбросы некоторых из этих соединений, включая группу ненасыщенных соединений  $C_6$ , сильно зависят от внешних факторов, отличных от освещения и температуры, например, поражение растения микроорганизмами, насекомыми или подверженность механическим напряжениям. В условиях отсутствия прочей информации, касающейся факторов, управляющих выбросами окисленных углеводов, для определения параметров выбросов окисленных углеводов рекомендуется использовать формулу (5) (Guenther et al, 1994, Geron et al., 1994, König et al. 1995). т.е.:

$$\gamma_{ДЛОС} = \gamma_{mts} \quad (6)$$

Эти зависимости от освещения и температур показаны на Рисунках 3–1 и 3–2.

Рисунок 3–1: Температурная зависимость выбросов накопленного изопрена (ISOG) и терпена (MTS)

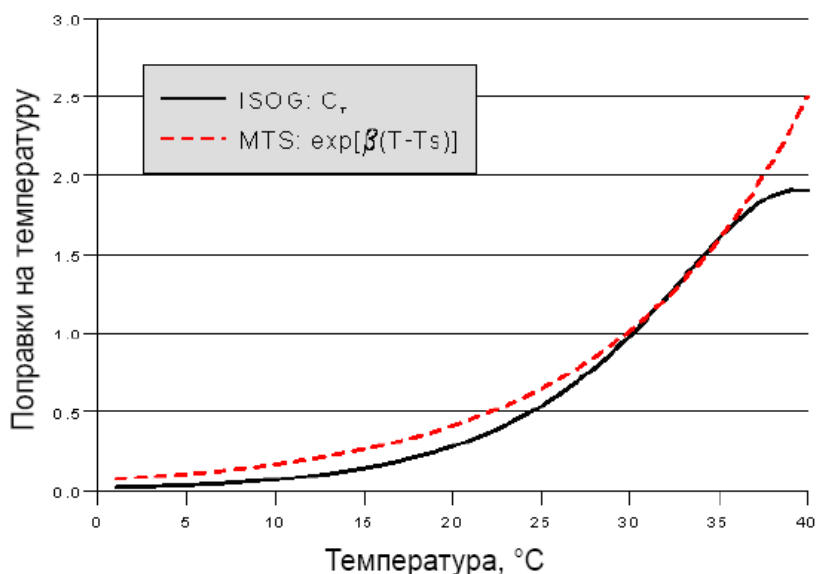
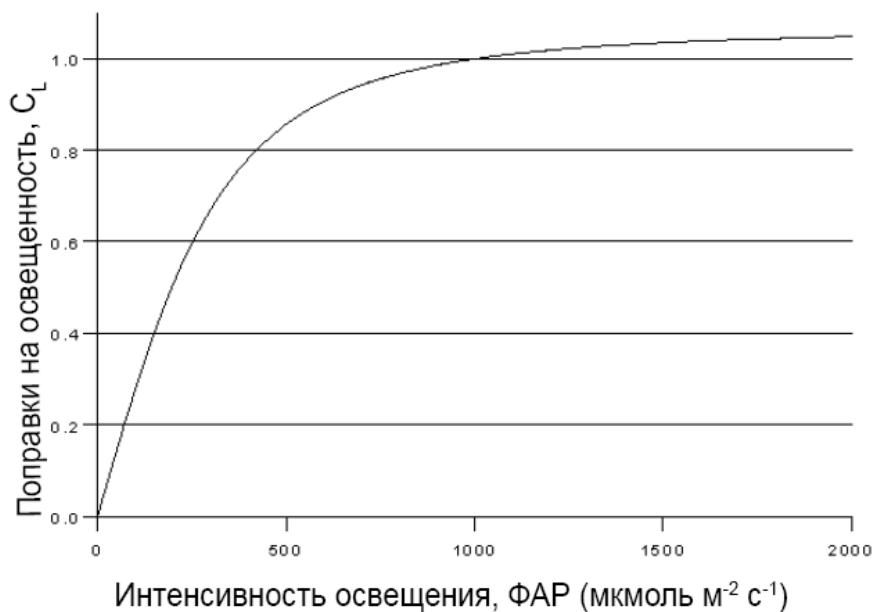


Рисунок 3.2: Зависимость от освещенности выбросов соединений, которые выделяются при синтезе (например, изопрен)



По существу, расчет ежегодных выбросов требует данных, как по температуре, так и по излучению за весь год с соответствующими пространственными разрешающими способностями. Однако данный метод допускает множество упрощений, при этом упрощенные методики (раздел 4 настоящей главы) предлагают использовать сезонный подход. Использование вышеуказанных формул 1–6 описано в подробной методике (Раздел 5 настоящей главы).

## 3.2 Определения

Ниже даны определения некоторых используемых терминов.

**Лес** — в данном Руководстве термин «лес» должен иметь как можно более общее значение. Теоретически, этот термин должен подразумевать все деревья, хотя на практике другие определения леса, приводятся в статистике, например:

Согласно *Экономической комиссии ООН для стран Европы (UNECE)/ Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO)* «лес» означает земли с древесным пологом, занимающим более 20 % площади, и, в основном, с деревьями высотой более 7 м, которые могут использоваться для заготовок древесины. Лес может состоять либо из сомкнутых формаций, в которых деревья различных ярусов и подросток покрывают значительную долю земной поверхности, либо из разреженных (открытых) формаций со сплошным травяным покровом, в которых древесные синузии составляют, по крайней мере, 10 % земной поверхности.

**Уровень ветки** — связан с выбросами или измерениями выбросов, при которых излучение и температура окружающей среды имеют среднее значение для всей ветки, включая световые и теневые листья.

**Уровень листа** — связан с данными для отдельного листа. Потенциальные значения выбросов на уровне листа в среднем в 1,75 раза выше, чем значения для уровня ветки, так как последние имеют больше теневых зон (Guenther et al., 1994). Потенциальные значения выбросов в этой главе даны только для выбросов на уровне ветки. (Документы американских исследований, как правило, дают значения выбросов на уровне листа, которые требуют моделирования тени лесного полога).

**Хвойные** — все деревья, которые отнесены к ботаническому классу *Gymnospermae*, как правило, называются деревьями с мягкой древесиной или видами с иглообразными листьями.

**Нехвойные** — все деревья, которые отнесены к ботаническому классу *Angiospermae*, как правило, называются деревьями с твердой древесиной или широколиственными породами. Следует принять во внимание, что такие виды могут быть либо лиственными, либо вечнозелеными.

**Лиственные** — все растения, которые сбрасывают листья, как правило, осенью.

**DW** — сухой вес растения (используется для определения количества выбросов), противопоставляется сырому весу.

**Плотность биомассы листьев** — используется в настоящем документе как масса листьев на единицу расчетной площади земной поверхности. Не следует путать с общей плотностью биомассы, которая измеряется в тех же единицах ( $\text{г м}^{-2}$ ), но включает массу древесины.

**ДЛОС** — другие летучие органические соединения. Все неметановые ЛОС, кроме изопрена или монотерпенов, выделяемые растительностью, включая кислородосодержащие, а также кислородоненасыщенные ЛОС.

**ФАР** — фотосинтетически активная радиация, составляет, как правило, 45–50 % от всей суммарной радиации, с диапазоном длины волн 400–700 нм.

## 3.3 Методы

## 3.4 Выбросы

Выбросы биогенного происхождения состоят из самых разных веществ. Основное внимание направлено на соединения изопрена и класса монотерпенов (альфа-пинен, бета-пинен, лимонен и т.д.). Остальные виды ДЛОС включают большое количество веществ, в том числе углеводороды и кислородосодержащие соединения (спирты, альдегиды, и т.д.). Установлено, что их количество в образцах воздуха трудно определить. См. раздел 9 настоящей главы.

### 3.5 Средства регулирования

«Средства регулирования» не всегда применимы к лесным выбросам. Однако необходимо отметить, что большинство лесонасаждений в Европе носят искусственный характер в том смысле, что набор видов был определен посредством человеческого вмешательства. Таким образом, если лесные культуры в городе Ситка, Великобритания, характеризуются повышением выбросов, по сравнению с хвойными лесами, которые они заменили, то средство регулирования может быть представлено в виде выбора видов. Но, насколько нам известно, подобные меры, направленные на снижение «естественных» выбросов, осуществлялись только в Калифорнии.

## 4 Упрощенные методологии

По существу, все методы расчета биогенных выбросов включают умножение коэффициента выбросов для каждого типа растительности на статистическое значение объема растительности в данной стране или на квадрат сетки координат. К двум основным вариантам расчетов относятся (1) расчеты для определенного уровня рода или предпочтительнее вида (требует, например, отдельной статистики для европейской ели, лжетсуги тисолистной и т.д.), или (2) расчеты для разных типов экосистем. В последнем методе предполагается, что каждая экосистема состоит из ряда видов, и расчетное количество выбросов представляет приблизительное среднее значение выбросов для данной категории.

Остальная часть главы посвящена, в основном, подходу, ориентированному на вид (1). Данный подход основан на том факте, что результаты последних европейских измерений, проводимых для экосистем, значительно отличаются от результатов аналогичных американских исследований, тогда как подробное измерение вида позволит, по возможности, сформировать основу базы данных. Конечно, данных по некоторым типам растительности в Европе все еще нет, поэтому в данном случае некоторые исследования экосистем все же необходимы. Эти исследования, в большинстве своем, будут основаны на знаниях о европейских видах.

Как указано в разделе 3 настоящей главы, Подходящая система, описывающая поток выбросов каждый час, которая распространяется на все виды растительности, дана в Guenther et al. (1996):

$$\text{Поток (мкг м}^{-2} \text{ год}^{-1}) = \int \epsilon \cdot D \cdot \gamma \, dt \quad (1)$$

где

$\epsilon$  - среднее значение выбросов (мкг г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>) для каждого отдельного вида,

$D$  - плотность лиственной биомассы (г сухой вес листы м<sup>-2</sup>),

$\gamma$  = безразмерный поправочный коэффициент окружающей среды, который отражает влияние кратковременных (например, почасовых) изменений температуры и солнечного излучения на выбросы.

Для выбросов изопрена и выбросов терпенов, вызванных световым режимом (на данный момент количество которых определено только для двух лесных видов, *Picea abies* и *Quercus ilex*),  $\gamma$  является функцией освещения и температуры и обозначается  $\gamma$ -iso. Для большинства видов растительности выбросы терпена и ДЛОС зависят только от температуры, поэтому  $\gamma$  зависит только от температуры и обозначается  $\gamma$ -mt.

Упрощенная методика заключается в трансформации формулы (1) в формулу, рассчитываемую исходя из сезонов, а не каждого часа.

$$F = \epsilon \cdot D \cdot \Gamma \quad (7)$$

Где  $\Gamma$  представляет суммарное значение  $\gamma$  за вегетационный период рассматриваемой растительности.

Используя метеорологические данные, полученные на основе моделей Европейской программы контроля и оценки (ЕМЕП) MSC-W, суммарные значения,  $\Gamma$ -iso и  $\Gamma$ -mts, были рассчитаны как для шестимесячного (май-октябрь), так и 12-месячного вегетационного периодов, и были представлены в виде средних значений по каждой стране. Расчеты осуществлялись на основании значений  $\gamma$  для каждого часа, и поэтому измеряются в часах. Значения  $\Gamma$  представлены в табличном виде (Таблица 4–1). Такая упрощенная методика помогает оценить, например, выбросы изопрена на

1 км<sup>2</sup> лиственного дуба (например, *Q. robur*) в виде:

$$\begin{aligned} \text{выброс} &= \text{площадь} \times \varepsilon \cdot D \cdot \Gamma\text{-iso} \\ &= 10^6 (\text{м}^2) \times 60 (\mu\text{г г}^{-1} \text{ч}^{-1}) \times 320 (\text{г м}^{-2}) \times \Gamma\text{-iso} (\text{ч}) \end{aligned}$$

Согласно Таблице 4-1, например,  $\Gamma\text{-iso}$  за шесть месяцев для Австрии составляет 452, следовательно, мы имеем:

$$\text{выброс} = 10^6 (\text{м}^2) \times 60 (\mu\text{г г}^{-1} \text{ч}^{-1}) \times 320 (\text{г м}^{-2}) \times 452 (\text{ч}) = 8,67 \text{ тонн км}^{-2}$$

**Таблица 4–1: Среднее значение суммарного поправочного коэффициента  $\Gamma\text{-iso}$  и  $\Gamma\text{-mts}$  на вегетационный период 6 и 12 месяцев по стране (единицы = часы)**

	$\Gamma\text{-mts} = \Gamma\text{-ДЛЮС}$		$\Gamma\text{-iso}$	
	6 месяцев	12 месяцев	6 месяцев	12 месяцев
Албания	745	976	563	719
Австрия	588	734	452	540
Белоруссия	753	895	581	684
Бельгия	739	969	580	712
Босния и Герцеговина	709	893	561	686
Болгария	824	1029	620	755
Хорватия	883	1121	667	815
Чешская Республика	712	885	533	633
Дания	518	704	373	485
Эстония	565	669	422	491
Финляндия	458	523	339	379
Франция	840	1107	669	829
Германия	698	890	525	632
Греция	1076	1440	816	1057
Венгрия	966	1188	730	874
Ирландия	467	713	337	478
Италия	904	1208	711	902
Латвия	636	757	486	572
Литва	675	813	516	613
Люксембург	786	1003	620	745
Македония, бывшая югославская Республика Македония	631	783	492	597
Республика Молдавия	858	1040	649	771
Нидерланды	676	901	513	643
Норвегия	327	397	240	284
Польша	736	912	558	669
Португалия	1015	1388	853	1093
Румыния	783	964	587	706
Российская Федерация	808	917	637	717
Словакия	797	977	607	724
Словения	745	940	562	682
Испания	982	1301	806	1004
Швеция	423	508	315	368
Швейцария	465	580	368	432
Турция	976	1263	783	983
Великобритания	493	720	358	492
Украина	856	1023	656	771
Югославия	752	937	557	674



## 5 Подробные современные методологии

Подробные методологии все еще используют основные формулы (1–6), указанные выше, но позволяют применять более точную исходную информацию и осуществлять более точные расчеты при условии наличии местных метеорологических данных. Мы предоставляем информацию о расчетах, осуществляемых либо на месячной, либо на часовой основе.

### 5.1 Расчеты на месячной основе

Расчеты на месячной основе требуют выполнения следующих условий для интеграции выбросов типа ISOG:

1. изменения интенсивности освещения, указанные в формуле 2, могут быть заменены простой ступенчатой функцией, где  $C_L = 1$  в течение большей части суток и нулю в ином случае;
2. отсутствие необходимости расчета температурной поправки (формулы 4, 5) для каждого часа. Вместо этого эта поправка может быть заменена приближенным значением ежемесячной средней температуры дня;
3. температурный режим и режим освещенности окружающей среды предоставляет разумные приближенные значения освещенности и температуры на уровне листа.

Приближенное значение (1), как правило, весьма точное, так как уровень освещенности быстро достигает  $1\,000\text{ мкмоль м}^{-2}\text{ с}^{-1}$  в утренние часы в большинстве мест, даже при умеренной облачности ( $200\text{ мкмоль м}^{-2}\text{ с}^{-1}$  дано в виде среза для определения длины дня, так как это значение приблизительно соответствует  $C_L = 0,5$ ). Приближенное значение (2) имеет большую степень неопределенности, не превышающую, однако, порядка 20 %, что гораздо меньше, чем неопределенность возможных значений выбросов. Приближенное значение (3) было проверено в Simpson et al.(1995) и, как указано, представляет только средний уровень неопределенности для европейских условий, который также гораздо меньше неопределенности возможных значений выбросов.

Количество светлых часов в день, соответствующее вышеуказанному понятию, может быть рассчитано как простая функция широты и месяца, как показано в Таблице 5–1.

**Таблица 5–1: Количество светлых часов\* в день ( $N_L$ ) в виде функции широты и месяца**

Шир	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
80	0,0	0,0	0,0	13,1	24,0	24,0	24,0	15,2	6,1	0,0	0,0	0,0
78	0,0	0,0	4,4	12,9	20,5	24,0	24,0	14,6	7,2	0,0	0,0	0,0
76	0,0	0,0	5,8	12,7	18,6	24,0	20,2	14,1	7,9	0,0	0,0	0,0
74	0,0	0,0	6,8	12,6	17,5	20,9	18,6	13,8	8,5	0,0	0,0	0,0
72	0,0	0,0	7,4	12,5	16,7	19,1	17,6	13,6	8,9	0,0	0,0	0,0
70	0,0	0,0	7,9	12,4	16,1	18,0	16,8	13,4	9,2	2,5	0,0	0,0
68	0,0	1,6	8,4	12,3	15,6	17,2	16,2	13,2	9,4	4,2	0,0	0,0
66	0,0	3,6	8,7	12,2	15,2	16,6	15,8	13,0	9,6	5,2	0,0	0,0
64	0,0	4,7	8,9	12,2	14,9	16,1	15,4	12,9	9,8	5,9	0,0	0,0
62	0,0	5,4	9,1	12,1	14,6	15,7	15,0	12,8	9,9	6,4	1,5	0,0
60	2,4	6,1	9,4	12,1	14,3	15,4	14,7	12,7	10,1	6,9	3,3	0,0
58	3,7	6,6	9,5	12,0	14,1	15,0	14,4	12,6	10,2	7,3	4,3	2,2
56	4,6	7,0	9,7	12,0	13,9	14,7	14,2	12,5	10,3	7,7	5,1	3,5
54	5,3	7,3	9,8	11,9	13,7	14,5	14,0	12,4	10,4	7,9	5,7	4,4
52	5,8	7,7	9,9	11,9	13,5	14,2	13,8	12,3	10,4	8,2	6,2	5,1
50	6,3	7,9	10,0	11,9	13,4	14,0	13,6	12,2	10,5	8,4	6,6	5,7
48	6,7	8,2	10,1	11,8	13,2	13,8	13,4	12,2	10,6	8,6	7,0	6,2
46	7,1	8,4	10,2	11,8	13,1	13,6	13,3	12,1	10,6	8,8	7,3	6,6
44	7,4	8,6	10,2	11,8	12,9	13,5	13,1	12,1	10,6	9,0	7,6	6,9
42	7,7	8,8	10,3	11,7	12,8	13,3	13,0	12,0	10,7	9,1	7,9	7,3
40	7,9	9,0	10,4	11,7	12,7	13,1	12,9	11,9	10,7	9,3	8,1	7,6
38	8,2	9,1	10,4	11,6	12,6	13,0	12,8	11,9	10,8	9,4	8,4	7,8
36	8,4	9,3	10,5	11,6	12,5	12,9	12,6	11,8	10,8	9,6	8,6	8,1

Примечание:

1. Длина дня (в часах) рассчитывается на 15-е число каждого месяца от 80 градусов с.ш. до 36 градусов с.ш.
2. \*Период светлых часов определен для  $ФАР > 200 \text{ мкмоль м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ .

Пусть  $mm1$  и  $mm2$  будут началом и концом вегетационного периода для определенного типа растительности,  $N_d(mm)$  будет означать количество дней в месяц,  $N_L(mm)$  будет означать количество светлых дней в месяц (Таблица 5–1), а  $T_{mm}$  будет означать среднюю температуру месяца, для месяца «ММ», тогда годовое количество выбросов будет рассчитываться следующим образом:

$$\text{Выброс (изопрен)} = \sum_{mm=mm1}^{mm2} A.D.\gamma_{iso}(T_{mm}).N_d(mm).N_L(mm)$$

Также эта формула описывает выбросы терпенов для видов по алгоритму MTL.

Годовые выбросы веществ по алгоритму MTS не зависят от светового режима. В нашем документе представлены расчеты для 24 часов в день:

$$\text{Выброс (монотерпены)} = \sum_{mm=mm1}^{mm2} A.D.\gamma_{mt}(T_{mm}).N_d(mm).24$$

Подобным образом,

$$\text{Выброс (ДЛОС)} = \sum_{mm=mm1}^{mm2} A.D.\gamma_{voc}(T_{mm}).N_d(mm).24$$

## 5.2 Расчеты на часовой основе

В случае необходимости и при наличии соответствующих метеорологических данных, поправочный коэффициент для окружающей среды ( $\gamma$ ) может определяться на часовой основе с учетом местных температур поверхностей и режимов солнечного освещения. Алгоритмы, поправка на температуру и освещенность,  $C_T$  и  $C_L$  соответственно, соответствуют тем, которые даны в вышеуказанных формулах 1–7.

### Уточнения:

#### *Возрастной состав леса*

В издании Isidorov et al. (1993) указано, что построение базы данных по землепользованию при помощи не только данных о площади, но также данных о возрастном составе леса в пределах каждого региона, может обеспечить получение более точных данных о плотности биомассы. Такой подход требует больше данных, но помогает устранить потенциально большие области неопределенности.

#### *Сезонные изменения*

Плотность листвы значительно изменяется в течение года. Этот аспект может быть непосредственно учтен при вышеуказанных расчетах при наличии данных, полученных путем использования значений плотности биомассы листвы, зависящей от сезона.

#### *Поправка на температуру и высоту*

Как правило, температура воздуха увеличивается с подъемом на высоту со скоростью ок. 6 °C на км. Таким образом, данные, полученные от метеорологической станции на указанной высоте, могут быть откорректированы с учетом температуры на других участках (например, на горном склоне) до применения любых подробных методов.

## 6 Статистические данные о соответствующих мероприятиях

Требуются данные по площади растительного покрова для типов растительности, указанных в разделе 8 настоящей главы, вместе со значениями лиственной биомассы ( $D$ ) и значениями вегетационного периода. По крайней мере, данные по практическому лесоводству, как правило, подтверждены документально надлежащим образом. Другие участки земли, покрытые лесами, имеют общий характер и определить их параметры более проблематично.

Для составления точной инвентаризации очень важно указать правильную плотность биомассы листвы в дополнении к указанной площади растительности, так как понятие «площадь» представляет собой величину, не имеющую точного значения, например, 1 км<sup>2</sup> облесенной площади может быть густо покрыт лесом со средним значением плотности биомассы листвы, примерно, 1 400 г м<sup>-2</sup> или он может включать отдельные деревья со значением плотности всего лишь 100 г м<sup>-2</sup>.

Для реализации данных по каждому виду деревьев отдельно, по крайней мере, для каждой наиболее широко распространенному виду, была разработана новая система кодов ИНЗВ. Очень хорошие примеры такого оформления данных указаны в издании Andreani-Aksoyoglu and Keller (1995) для Швейцарии и в издании Ortiz and Dory (1990) для Испании. В последнем издании площадь покрытия и средний коэффициент биомассы для всех 50 территориальных единиц уровня III занесены в таблицу.

Следует избегать таких категорий, как смешанный лес, так как такая категория не дает информации по составу видов. При отсутствии данных о видах, следует использовать данные о семействах. Более крупные категории должны использоваться только в крайнем случае.

Согласно данным Veldt (1989) общие названия растений часто приводят к путанице, поэтому необходимо предоставлять латинские названия видов и общие названия всех видов. Переводы некоторых общих названий видов деревьев представлен в Таблице 14–1, взятой из ЕС (1996).

#### *Плотности биомасс листвы*

Упрощенные методологии могут использовать среднее значение плотности биомассы листвы на сезон. Данные, используемые по умолчанию, даны ниже и в Разделе 8 настоящей главы. Хотя эти данные подходят широкому диапазону измерений, разнообразие средиземноморской растительности может вызвать трудности. Например, в Ortiz & Dory (1990) упоминают класс землепользования, Monte hueso, который состоит из ряда видов с плотностью биомассы до  $100 \text{ г м}^{-2}$ . Для хвойных лесов, Veldt предлагает плотность  $700\text{--}1\,400 \text{ г м}^{-2}$  для разных видов, расположенных на  $< 60^\circ$  с.ш., тогда как Ortiz and Dory используют  $400 \text{ г м}^{-2}$ . К северу разница увеличивается. Andreani-Aksoyoglu and Keller, 1995 указывают коэффициент биомассы для дубов  $530 \text{ г м}^{-2}$ . Некоторые изменения системны; в издании Isidorov et al. (1993) указано, что биомасса листвы, которая изменяется пропорционально общей древесной массе, увеличивается в более суровых условиях и с возрастом.

Поэтому, **настоятельно рекомендуется** использовать значения плотности биомассы листвы, характерные для местной растительности. Значения могут в два или три раза отличаться от значений, принимаемых по умолчанию.

**Таблица 6–1: Значения плотности биомассы листвы, принимаемые по умолчанию (взято из Veldt, 1989)**

Тип землепользования		Плотность биомассы листвы, D ( $\text{г м}^{-2}$ )
<b>Широколиственные:</b>		
Лиственный дуб		320
Береза ( <i>Betula</i> )		320
Тополь, осина ( <i>Populus</i> )		320
Лиственные, широколиственные (по умолчанию)		300
Вечнозеленые, широколиственные		500
<b>Хвойные</b>		
Европейская ель ( <i>Picea abies</i> )	$> 60^\circ$ с.ш.	800
	$55\text{--}60^\circ$ с.ш.	1 400
	$< 55^\circ$ с.ш.	1 600
Серебристая ель ( <i>Picea sitchensis</i> )		1 400
Другие ели		1 400
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )	$> 60^\circ$ с.ш.	500
	$< 60^\circ$ с.ш.	700
Прочие ( <i>Pinus ssp.</i> )		700
(Ель) <i>Abies ssp.</i>		1 400
Лжетсуга тисолистная ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )		1 000
Лиственница ( <i>Larix</i> )		300
Прочие хвойные		1 000

#### Примечания к данным космической съемки

Спутники предоставляют метод съемки местности с растительностью, который охватывает значительное пространство и имеет очень высокую разрешающую способность. Использование таких данных предпочтительно, но при этом необходимо предупреждать, что при оценке выбросов биогенного происхождения существенным является контроль наземной съемкой. Очевидная красота и полнота космических снимков не должны ошибочно приниматься за точность. При интерпретации данных космических снимков легко совершить ошибку (неправильное указание видов, проблемы с не преобладающей растительностью и т.д.). Даже в США, где инвентаризация выбросов биогенного происхождения очень развита, значения выбросов изопрена, полученные путем космической съемки, все еще могут в пять раз отличаться от показаний наземных приборов (Lamb et al., 1997).

## 7 Критерии выделения точечных источников

Нет точечных источников загрязнений.

## 8 Коэффициенты выбросов, стандарты качества и справочная литература

Потенциальные значения выбросов ( $\epsilon$ ) необходимы отдельно для изопрена, монотерпенов и ДЛОС. Кроме того, для монотерпенов было установлено два типа поведения. Выбросы большинства деревьев зависят только от температуры, которая регулируется коэффициентом внешнего воздействия  $\gamma$ -mts (формула 5a). Пробковые дубы требуют использования алгоритма MTL (формула 5b).

Данные по потенциальным значениям выбросов для большого количества видов были недавно собраны и представлены для американских лесонасаждений в Guenther et al. (1994, 1997), Geron et al. (1994) и для европейских видов – в Steinbrecher (1997) и Seufert et al. (1997). По причине наличия очень малого количества надежных экспериментальных данных по выбросам ДЛОС Guenther et al. (1994) рекомендуют использовать постоянную интенсивность выбросов  $1,5 \text{ мкг г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$  для всех трех видов, признавая, что использование этого значения представляет собой аппроксимацию первого порядка, которая дает десятикратное увеличение диапазона ( $0,5\text{--}5 \text{ мкг г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ ). Данные из König et al. (1995) попадают в данный диапазон, и, как следствие, до получения дополнительных данных по европейским видам, значение  $1,5 \text{ мкг г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$  кажется разумным выбором для предварительных оценок первого порядка выбросов ДЛОС в Европе.

Потенциальные значения выбросов даны в Таблице 8–1.

Таблица 8–1: Стандартные потенциальные значения выбросов ( $\text{мкг г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$  при  $30^\circ\text{C}$  и  $\text{ФАР}=1\,000 \text{ }\mu\text{моль м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ ) для европейских лесов

Общее название	Латинское название	Тип	Плотность биомассы	Изо $\epsilon$ -iso	Терпены $\epsilon$ -mtl $\epsilon$ -mts			О-ЛОС $\epsilon$ -ДЛОС	Дополнительные ссылки	
(пример)			листья, $\text{D г м}^{-2}$						Изо.	Терп.
Ель	<i>Abies</i>	E	1400	0	0	3	1,5			
Клен/сикомор*	<i>Acer</i>	D	320	0	0	3	1,5	S93	S93	
Обычная ольха	<i>Alnus</i>	D	320	0	0	1,5	1,5	S93	S93	
Береза	<i>Betula</i>	D	320	0	0	0,2	1,5	K	P,K	
Граб	<i>Carpinus</i>	D	320	0	0	0,65	1,5	K	K	
Кедр	<i>Cedrus</i>	E	700	0	0	1,5	1,5			
Апельсин	<i>Citrus sp.</i>	D	320	0	0	1,5	1,5			
Итальянский кипарис	<i>Cupressus</i>	D	700	0	0	0,65	1,5			
Эвкалипт голубой	<i>Eucalyptus sp.</i>	E	400	20	0	3	1,5	Str97b	H	
Европейский бук	<i>Fagus</i>	D	320	0	0	0,65	1,5	P,S93,K,Sh	K,Sh	
Ясень	<i>Fraxinus</i>	D	320	0	0	0	1,5	S93	S93	
Грецкий орех	<i>Juglans</i>	D	320	0	0	3	1,5			
Обычный можжевельник	<i>Juniperus</i>	E	700	0	0	0,65	1,5	O	O	
Европейская лиственница	<i>Larix</i>	d,c	300	0	0	1,5	1,5	S93	S93	
Оливковое дерево	<i>Olea</i>	E	200	0	0	0	1,5			
Финиковая пальма	<i>Phoenix</i>			20	0	0	1,5			
<b>Ели</b>	<i>Picea sp.</i>	E	Разная	1	1,5	1,5	1,5	В виде P.abies		
Европейская ель	<i>Picea abies</i>	E	Разная	1	1,5	1,5	1,5	S94,Ke;	J,Ke, S94,LP	
	<i>Picea omorika</i>	E	Разная	10	0	0,65	1,5			
Голубая ель	<i>Picea pungens</i>	E	Разная	1	0	0,65	1,5			
Серебристая ель	<i>Picea sitchensis</i>	E	Разная	6	0	3	1,5	Str96,97b,Sm		
<b>Сосны:</b>	<i>Pinus sp.</i>	e	700	0	0	3	1,5			-
Аллепская сосна	<i>Pinus halepensis</i>	e	700	0	0	0,65	1,5			H
Японская зонтичная пихта	<i>Pinus pinea</i>	e	700	0	0	6	1,5	Ks,Std,Str97a,Sf		
Приморская сосна	<i>Pinus pinaster</i>	e	700	0	0	0,2	1,5			Si

**ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД**  
**Виды деятельности - различные**

Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i>	e	Разная	0	0	1,5	1,5		J
Фисташковое дерево	<i>Pistacia sp.</i>			0	0	3	1,5	H,Ha	H,Ha
Платан западный*	<i>Platanus</i>	D	320	34	0	0	1,5		
Тополь	<i>Populus</i>	D	320	60	0	0	1,5	H	
Вишня №4	<i>Prunus</i>	D	300	0	0	0	1,5		
Лжетсуга тисолистная	<i>Pseudotsuga</i>	e	1000	0	0	1,5	1,5		D

Примечания:

Потенциальные значения выбросов изопрена и монотерпена взяты из Guenther et al., 1994, 1997 или Geron et al., 1994, за исключением случаев, в которых данные по европейским видам могут образовывать базу (указаны в дополнительной справочной литературе). Для терпенов  $\epsilon$ -mtl обозначает выбросы, зависящие от освещения и температуры (используют  $\gamma$ -mtl), а  $\epsilon$ -mts обозначает выбросы, зависящие только от температуры. Все значения изопренов даны для уровня ветки. Эти данные часто получают на основании американских оценок данных для уровня листа путем деления на 1,75.

<b>Дубы:</b>	-			-	-	-	-	-;	-
Лиственные	-	D	320	60	0	0,2	1,5	Sf	Sf
Дубы №1 (по умолчанию)									
Пробковые	-	e	500	0	20	0	1,5	Sf	Sf,
Дубы №2 (по умолчанию)									
<b>Дуб австрийский</b>	<i>Quercus cerris</i>	D	320	0	0	1	1,5	S97	S97
Кермесоносный дуб/остролист	<i>Quercus coccifera</i>	e	500	0	20	0	1,5	SH	SH
Дуб венгерский	<i>Quercus frainetto</i>	D	320	100	0	0,2	1,5	S97,Sf,	Sf
Каменный дуб	<i>Quercus ilex</i>	e	500	0	20	0	1,5	Be,Ks96,Str97,Sf	
Сидяцветный дуб	<i>Quercus petraea</i>	D	320	60	0	0,2	1,5	K,S97,Str97b,Sf	
Дуб пушистый	<i>Quercus pubescens</i>	D	320	60	0	0,2	1,5	S97	S97
Европейский дуб №3	<i>Quercus robur</i>	D	320	60	0	0,2	1,5	S93,I	S93
Пробковый дуб	<i>Quercus suber</i>	e	500	0	0	0,2	1,5	Sf	Sf
Лжеакация	<i>Robinia pseudoacacia</i>	D	320	10	0	-	1,5		
Ива	<i>Salix</i>	D	150	34	0	0,2	1,5	O	S93
Пальма сереноа	<i>Serenoa</i>	D	320	10	0	0	1,5		
Липа	<i>Tilia</i>	D	320	0	0	0	1,5		
американская/липа									
Вяз	<i>Ulmus</i>	D	320	0	0	0,2	1,5		

Примечания:

1. Тип различает вечнозеленые (e), лиственные (d), или (d,c) для лиственных и хвойных *Larix*.
2. №1 например, *Q. rubra*, *Q. faginea*, *Q. lusitanica*.
3. №2 например, *Q. rotundifolia*, *Q. calliprinos*, *Q. ithaburiensis*, *Q. coccifera*.
4. №3 также известна как Дуб черешчатый, Pendunculate oak.
5. №4 включает миндаль, абрикос, терн (дикая слива), персик.
6. \* Сикомор = *Acer pseudoplatanus*, не следует путать с платаном западным, *Platanus occidentalis*.
7. Справочная литература:

Be Bertin et al., 1997; D. Duyzer, 1993; H. Hewitt, C.N. and Owen, S., интервью; I. Isidorov et al., 1985; J. Janson, 1993; K. Koenig et al., 1995; Ks96,97 Kesselmeier et al., 1996, 1997; LP Lindskog and Potter, 1995; Ha Hanson et al., 1997; O Owen et al., 1997; P. Puxbaum, 1997; Sh Schuh et al., 1997; Si Simon et al., 1994; Sf Seufert et al., 1997; Sm Simpson et al., 1995; Std Staudt et al., 1997; S94 Steinbrecher, R., 1994; S93,97 Steinbrecher et al., 1993, 1997; Str96,97a,97b Street et al., 1996,1997a,1997b.

## 9 Структура видообразования

Отдельно были представлены потенциальные значения выбросов ( $\gamma$ ) для изопрена, терпенов, и ДЛОС. Такое разделение представляет наиболее важный уровень видообразования. Однако класс терпенов и ДЛОС включает множество видов, представляющих широкий диапазон химических соединений. В данном разделе даны приблизительные указания по возможной структуре класса монотерпенов и ДЛОС.

### Монотерпены

Несмотря на существующее многообразие монотерпенов, большинство растений выделяет только два или три основных вида с частым преобладанием реактивных выбросов  $\alpha$ -пинен от таких видов,

как европейская ель и сосна обыкновенная (Janson, 1993). Соотношение одного соединения с другим часто меняется в зависимости как от сезона, так и от температуры, поэтому очень трудно представить видообразование количественным способом (Janson, 1993). Для демонстрации основных соединений в Таблице 9–1 дано сравнение соотношения нескольких монотерпенов и  $\alpha$ -пинена, полученного в ходе нескольких исследований. В Таблице 9–2 ряд видов разбит на группы в зависимости от их относительной частоты выбросов.

**Таблица 9–1: Относительный состав смеси углеводородов, выделяемой растительностью, согласно данным от разных авторов (взято из Duyzer (1993)). Количество в % дано относительно  $\alpha$ -пинена ( $\alpha$ -пинен представляет 100 %)**

	Veldt:91	Janson:93	Janson:93	Steinb.:93	Simon:93	Duyzer:93
	Среднее значение для нескольких сосен	Сосна обыкновенная	Европейская ель	Европейская ель	Приморская сосна	Лжетсуга тисолистная
$\beta$ -пинен	40	33	5	17	105	40–100
3-карен	30	111	6–800		50	30–80
Лимонен	26	61	5–15	13	44	20–60

**Таблица 9–2: Примеры монотерпенов, выделяемых растительностью в атмосферу (Zimmerman, 1979; Isidorov, 1985, согласно Guenther et al., 1994)**

Основные	Часто выделяемые	Периодически выделяемые
$\Delta^5$ - карен	$\alpha$ туйен	$\alpha$ фенхен
d-лимонен	трициклен	$\beta$ фенхен
мирцен	терпинолен	$\delta$ фенхен
$\alpha$ -пинен	$\alpha$ -терпинен	$\epsilon$ фенхен
$\beta$ -пинен	$\beta$ -терпинен	борнилен
сабинен	$\gamma$ -терпинен	аллооцимен
камфен	p-цимен	метилхавикол
1,8-цинеол	$\alpha$ -фелландрен	p-цимен-8-ол
$\beta$ -фелландрен	трансоцимен	линалоол
	цизоцимен	2-метил-6-метилен-1,7-октадиен-3-он
	2-карен	пинокарвон
		вербенон
		фенхон
		туйон
		камфор

### **ДЛОС**

Определение и перевод в численные значения выбросов ДЛОС от растений стали одной из самых трудных задач в оценке общего количества выбросов биогенного происхождения. ДЛОС состоит из большого количества разных соединений, многие из которых было трудно измерить. Например, спирты, кетоны, эстеры, эфиры, альдегиды, алкены и алканы. Полезную информацию см. в Ruxbaum (1997), Bode et al. (1997), Guenther et al. (1994) и Kotzias et al. (1997). Наиболее полный набор количественных данных по европейским видам дан у König et al. (1995); также представлены некоторые исследования в следующих изданиях: Hewitt and Street, 1992, Steinbrecher, 1994, Isidorov, 1992, Goldstein et al., 1996, Arey et al., 1991a,b.

## **10 Оценка неопределенности**

Ни одна из систем инвентаризации выбросов биогенного происхождения, используемых в Европе, не сравнится по полноте или точности с системами инвентаризации, разработанными в США. Все европейские методики имели серьезные ограничения, связанные с отсутствием данных по европейским видам. Данные по нескольким ключевым показателям либо отсутствовали, либо присутствовали в ограниченном количестве, что приводило к необходимости использования довольно случайного выбора.

Довольно трудно осуществлять оценку неопределенности, присущей расчетам выбросов ЛОС биогенного происхождения в Европе. Во-первых, данные по изопрену, полученные при оценке

неопределенности даже недавней инвентаризации, проводимой в США, оказались в три раза выше (Guenther et al., 1994). Кроме того, не смотря на значительное развитие использования потенциальных значений и алгоритмов выбросов (Guenther et al., 1993, 1997, Seufert et al., 1997), стало понятно, что определение площади насаждения для отдельных видов имеет высокую степень неопределенности. Даже американская база данных землепользования, которая носит унифицированный характер для всей страны, имеет значительные неопределенности в области определения площади, покрытой лесами, (Guenther et al., 1994). В Европе таких неопределенностей гораздо больше, так как базы данных по землепользованию все еще не обладают подобной согласованностью.

Далее обсуждаются некоторые из основных факторов, которые способствуют появлению неопределенности при оценке выбросов на территории Европы.

### **Потенциальные значения выбросов**

Несмотря на большие кампании, например, ВЕМА (Seufert et al., 1997), европейские виды располагают малым количеством данных по коэффициентам выбросов, которые основываются на очень ограниченном наборе условий и проб. Потенциальные значения выбросов на уровне семейства, используемые в США, часто не подходят европейским видам, так как сочетания видов внутри рода часто сильно отличаются. Необходимость проведения большого количества измерений до составления надежного описания выбросов в Европе понятна. Но в то же время могут быть предприняты первые вспомогательные шаги, в ходе которых будут собраны качественные данные о землепользовании в качестве основания для инвентаризации.

### **Данные о землепользовании**

Кажется, что целью большей части статистических данных по лесам является зона продуктивного хвойного леса, а не других категорий, представляющих самый большой интерес для инвентаризации выбросов биогенного происхождения. Но даже понятия категории хвойного леса значительно разнятся: по-видимому, 1 км<sup>2</sup> хвойного леса означает, что 50 % объема стволов представляют собой хвойный лес в Финляндии и Норвегии, 70 % - в Швеции, 80 % - в Ирландии и 100 % в Великобритании. (UNECE, 1985). Какое бы понятие не использовалось, необходимо добиться оптимального описания лиственной биомассы рассматриваемой зоны и видов деревьев.

### **Данные по биомассе**

Хотя при отсутствии другой информации могут использоваться данные по биомассе, указанные в упрощенных методиках, в качестве значений, принятых по умолчанию, часто возникают двукратные неопределенности. Очевидно, что оптимальным решением будет использование каждой страной данных по плотности биомассы для местных условий.

### **Выбросы ДЛОС**

В издании Guenther et al. (1993) указано, что рекомендуемая интенсивность выбросов 1,5 мкг г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup> связана с 10-кратным диапазоном (0,5–5 мкг г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>) возможных выбросов, и что даже использование такой интенсивности может привести к занижению значений некоторых выбросов.

### **Окончательные замечания**

Минимальным уровнем неопределенности при оценке глобальных выбросов биогенного происхождения признан коэффициент три (Guenther et al., 1995), однако, этот коэффициент, скорее всего, будет отражать нижний предел точности оценки европейских выбросов. Более того, эта цифра связана с оценками годовых выбросов. Очевидно, что значение неопределенности для случайных расчетов должно быть значительно выше.

## **11 Наиболее уязвимые аспекты/приоритетные области данной методологии, которые требуют проведения дополнительных изысканий.**

Коэффициенты выбросов и данные по землепользованию для каждого региона, несомненно, являются наиболее уязвимыми аспектами. Точность коэффициентов выбросов может быть повышена только путем дополнительных измерений. Основной проблемой получения информации о землепользовании является сбор данных. Предположительно институты лесничества и сельского хозяйства имеют весьма подробные данные в большинстве стран. Сбор таких данных по землепользованию имеет первостепенную важность.



## 12 Критерии территориального разукрупнения для источников загрязнений в зоне

Берутся на основании данных о землепользовании и климатических условиях.

## 13 Критерии временного разукрупнения

Подробная информация о расчетах на часовой основе дается в разделе 5 настоящей главы, Подробные современные методологии.

Необходимо заметить, что годовые значения выбросов биогенного происхождения дают весьма ограниченное представление о значимости этих соединений. Для оценки влияния этих выбросов на фотохимическое озонообразование необходимо учитывать выбросы биогенного происхождения в самые теплые и солнечные дни. Поэтому на практике расчеты интенсивности выбросов биогенного происхождения для всех моделей фотохимических окислителей проводятся внутри моделей при помощи данных по температуре и излучения за короткий период времени и данных по землепользованию.

## 14 Дополнительные комментарии

Недавние исследования и повторные оценки предыдущих методик привели к значительным изменениям в коэффициентах выбросов, которые должны использоваться для инвентаризации выбросов ЛОС. В данной главе представлена информация по новым коэффициентам выбросов для ряда видов, полученных на основании последних американских и европейских оценок. Кроме того, заметный успех был достигнут в области разработки алгоритмов для описания отношений выбросы – температура - солнечный свет по изопрену, монотерпенам и прочим ЛОС. Однако эти алгоритмы, несомненно, изменятся в будущем с получением новых данных об основополагающих процессах. Предложения по изменениям, направленным на внесение долговременных (сезонных) изменений в потенциальные значения выбросов или прочие нововведения, были представлены в изданиях Guenther (1997), Schnitzler et al., 1997, и Schuh et al. (1997), хотя данные алгоритмы требуют проведения большего количества оценок, прежде чем они будут рекомендованы к использованию в Руководстве.

### Модели лесного полога

Существует возможность комплексного подхода к построению полога, при котором модели лесного полога используются для оценки уровней температур и излучения на разных высотах полога (например, Pierce and Waldruff, 1991, Lamb et al., 1993). Такой подход был проверен в издании Simpson et al. (1995). Подходы к построению модели полога должны использоваться совместно с коэффициентами выбросов на уровне листа, в противоположность коэффициентам на уровне ветки, указанным в разделе 8 настоящей главы. Однако разница в оценках выбросов для модели полога и оценках на уровне ветки относительно мала (до 20 %). По причине больших неопределенностей в потенциальных значениях выбросов, неопределенностей, связанных с самой моделью полога (например, в температурном профиле полога), и отсутствия оценки таких моделей в европейских условиях, мы не рекомендуем применение таких моделей при оценке европейских выбросов на этом этапе.

Поэтому коэффициенты выбросов, указанные в разделе 8 настоящей главы, должны использоваться только в тех случаях, когда не используется модель выбросов от лесного полога.

Необходимо отметить, что в данном разделе снова представлена упрощенная методика для расчета выбросов, которая дана в издании Guenther et al., 1995. В настоящем руководстве не ведется учет таким факторам, как первичная нетто-продуктивность, индекс листовой поверхности или индекс различий растительного покрова. Также не используется модель излучения полога. Эти факторы могут в какой-то степени повысить точность оценки, но до получения более надежных значений для основных коэффициентов выбросов от европейской растительности нет необходимости излишне усложнять процесс инвентаризации. Группы, которые располагают данными и ресурсами, необходимыми для применения таких методов, относятся к Guenther et al., 1994, Guenther et al., 1995 или Geron et al., 1994.

**Таблица 14–1: Родовые названия видов деревьев на разных европейских языках**

Ботаническое наименование	Французский	Немецкий	Греческий	Итальянский
<i>Fagus sylvatica</i>	Hêtre	Rotbuche	Οξνα δασική	Faggio
<i>Quercus petraea</i>	Chêne rouvre	Traubeneiche	Δρυνς αποδισκο	Rovere
<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	Stieleiche	Δρυνς ποδισκοφορος	Farnia
<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	Steineiche	Αρια	Leccio
<i>Quercus suber</i>	Chêne liège	Korkeiche	Φελλοδρυνς	Sughera
<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre	Gemeine Kiefer	Δασικ πενκη	Pino silvestre
<i>Pinus nigra</i>	Pin noir	Schwarzkiefer	Μανη πενκη	Pino nero
<i>Pinus pinaster</i>	Pin maritime	Seestrandkiefer	Οαλασσια πενκη	Pino marittimo
<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep	Aleppokiefer	Χαλεπιος πενκη	Pino d'Aleppo
<i>Picea abies</i>	Épicéa commun	Rotfichte	Ερνθρελατη υψηλη	Abete rosso
<i>Picea sitchensis</i>	Épicéa de Sitka	Sitkafichte	Ερνθρελατη	Picea di Sitka
<i>Abies alba</i>	Sapin pectiné	Weißtanne	Λενκη ελατη	Abete bianco
<i>Larix deciduas</i>	Mélèze d'Europe	Europäische Lärche	Λαριξ ενρωπαικη	Larice

Ботаническое наименование	Потугальский	Русский	Испанский	Шведский
<i>Fagus sylvatica</i>	Faia	Бук обыкновенный	Haya	Bok
<i>Quercus petraea</i>	Carvalho branco Americano	Дуб скальный	Roble albar	Bergek
<i>Quercus robur</i>	Carvalho roble	Дуб европейский	Roble común	Ek
<i>Quercus ilex</i>	Azinheira	Дуб каменный	Encina	Stenek
<i>Quercus suber</i>	Sobreiro	Дуб пробковый	Alcornoque	Korkek
<i>Pinus sylvestris</i>	Pinheiro silvestre	Сосна обыкновенная	Pino silvestre	Tall
<i>Pinus nigra</i>	Pinheiro Austriaco	Корсиканская/черная сосна	Pino laricio	Svarttall
<i>Pinus pinaster</i>	Pinheiro bravo	Сосна приморская	Pino negral	Terpentintall
<i>Pinus halepensis</i>	Pinheiro de alepo	Сосна алеппская	Pino carrasco	Aleppotall
<i>Picea abies</i>	Picea	Ель европейская	Abeto rojo	Gran
<i>Picea sitchensis</i>	Picea de Sitka	Ель ситхинская	Picea de Sitka	Sitkagran
<i>Abies alba</i>	Abeto branco	Пихта европейская	Abeto común	Sivergran
<i>Larix deciduas</i>	Larício Europeu	Лиственница европейская	Alerce	Europeisklärk

Ботаническое наименование	Датский	Голландский	Английский	Финский
<i>Fagus sylvatica</i>	Bøg	Beuk	Common beech	Pyökki
<i>Quercus petraea</i>	Vintereg	Wintereik	Sessile oak	Talvitammi
<i>Quercus robur</i>	Stilkeg	Zomereik	European oak	Metsätammi
<i>Quercus ilex</i>	Steneg	Steeneik	Holm oak	Rautatammi
<i>Quercus suber</i>	Korkeg	Kurkeik	Cork oak	Korkkitammi
<i>Pinus sylvestris</i>	Skovfyr	Grove den	Scots pine	Metsämänty
<i>Pinus nigra</i>	Østrisk fyr	Oostenrijkse/Corsicaanse zwarte den	Corsican/Austrian black pine	Euroopanmustamänty
<i>Pinus pinaster</i>	Strandfyr	Zeeden	Maritime pine	Rannikkomänty
<i>Pinus halepensis</i>	Aleppofyr	Aleppoden	Aleppo pine	Aleponmänty
<i>Picea abies</i>	Rødgran	Fijnspar	Norway spruce	Metsäkuusi
<i>Picea sitchensis</i>	Sitkagran	Sitkaspar	Sitka spruce	Sitkankuusi
<i>Abies alba</i>	Ædelgran	Zilverden	Silver fir	Saksanpihta
<i>Larix deciduas</i>	Lærk	Europese lariks	European larch	Euroopanlehtikuusi

## 15 Дополнительные документы

Результатами работы американской системы инвентаризации выбросов биогенного происхождения (BEIS) стали обширные перечни потенциальных значений выбросов. Последняя опубликованная версия дана в издании Geron et al. (1994). Исправленная версия BEIS-3 на данный момент находится в разработке у Guenther et al. (1998). (Некоторые из этих значений уже указывались в Таблице 8–1).

Перечень качественных характеристик видов, выделяющих изопрен и монотерпены, дан в изданиях:

Hewitt, C. N., Street R.A. и Scholefield P.A. (1998):  
Исследование видов, выделяющих изопрен и монотерпен 1998.  
[www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html](http://www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html)

## 16 Методика контроля

При использовании данных космической съемки в процессе составления карты землепользования необходимо осуществить независимый контроль этих данных при помощи наземной съемки. Дистанционный метод съемки может давать большую погрешность при определении типов растительности и биомассы.

Как правило, все потенциальные значения выбросов основаны на немногочисленных данных. По крайней мере, основные источники загрязнений должны подвергаться дополнительным измерениям, и необходимо применять некоторые другие методы измерений, чтобы исключить помехи (как правило, в виде увеличенных значений выбросов), легко вызываемые движением растительности.

## 17 Список цитированной литературы

Andreani-Aksoyoglu S. and Keller J., 1995. 'Estimates of monoterpenes and isoprene emissions from the forests of Switzerland', *Journal of Atmospheric Chemistry*, 20, pp. 71–87.

Arey J., Winer A., Atkinson R., Aschman S., Long W., Morrison C. and Olszyk D. (1991). 'Terpenes emitted from agricultural species found in California's central valley', *Journal of Geophysical Research*, 96D, pp. 9329–9336.

Arey J., Winer A. M., Atkinson R., Aschmann S. M., Long W. D. and Morrison C. L. (1991). 'The emission of (z)-3-hexen-1-ol, (z)-3-hexenylacetate and other oxygenated hydrocarbons from agricultural plant species', *Atmospheric Environment* 25A, pp. 1063–1075.

Bode K., Helas G. and Kesselmeier J. (1997). 'Biogenic contribution to atmospheric organic acids'. In: *Biogenic volatile organic compounds in the atmosphere*, Helas G., Slanina J. and Steinbrecher R. (eds.), SPB Academic Publishing bv Amsterdam, pp. 157–170.

Bertin N., Staudt M., Hansen U., Seufert G., Ciccioli P., Foster P., Fugit J.L. and Torres, L. (1997). 'Diurnal and seasonal course of monoterpene emissions from *Quercus ilex* (L.) under natural conditions — applications of light and temperature algorithms', *Atmospheric Environment*, 31, S1, pp. 135–144.

Boissard C., Cao X. L., Street R. A., Shuttleworth S. M., Juan C.-Y., Duckham S. C., S. C. Hewitt S. C., Beverland I. J., O'Neil D. H., Moncrieff J. B., Milne R. and Fowler D. (1996). 'Quantification of Non-methane Hydrocarbon Emissions from Two Terrestrial Ecosystems in the UK'. In: *Proceedings of EUROTRAC Symposium 96*, Borrell P. M., Borrell P., Cvitas T., Kelly K. and Seiler W. (eds.), Computational Mechanics Publications, Southampton, pp. 163–167.

Corchno, S.B., Arey J. and Atkinson R. (1992). 'Hydrocarbon emission from twelve urban shade trees of the Los Angeles Basin', *Atmospheric Environment* 3 (26B), pp. 339–348.

Duyzer J., 1993. Measurements of the emissions of monoterpenes from Douglas fir forest. Technical report IMW-R 93/312, TNO, Delft, NL.

EC, 1996. European programme for the intensive monitoring of forest ecosystems. General information on the permanent observation plots in Europe (level II). European Commission, DG VI, Brussels.

- Evans R. C., Tingey D. T. and Gumpertz M. L. (1985). 'Interspecies variation in terpenoid emissions from Engelmann and Sitka spruce seedlings', *Forest Science* 31, pp. 132–142.
- Evans R.C., Tingey D.T., Gumpertz M.L., and Burns W.F. (1982). 'Estimates of isoprene and monoterpene emission rates in plants', *Botanical Gazette*, 143, pp. 304–310.
- Fehsenfeld F., Calvert J., Fall R., Goldan P., Guenther A.B., Hewitt C.N., Lamb B., Liu S., Trainer M., Westberg H. and Zimmerman P. (1992). 'Emissions of volatile organic compounds from vegetation and the implications for atmospheric chemistry', *Global Biogeochemical Cycles*, No 6, pp. 389–430.
- Geron C., Guenther A. and Pierce T. (1994). 'An improved model for estimating emissions of volatile organic compounds from forests in the Eastern United States', *Journal Geophysical Research*, 99, 12773–12792.
- Geron C.D., Pierce T.E. and Guenther A.B. (1995). 'Reassessment of biogenic volatile organic compound emissions in the Atlanta area', *Atmospheric Environment*, 29, No 13, pp. 1569–1578.
- Goldstein A. H., Fan S. M., Goulden M. L., Munger J. W. and Wofsy S. C. (1996). 'Emissions of ethene, propene, and 1-butene by a midlatitude forest', *Journal of Geophysical Research* 101(D4), pp. 9149–9157.
- Guenther A., Greenberg J., Helmig D., Klinger L., Vierling L., Zimmerman P. and Geron C. (1996). 'Leaf, branch, stand and landscape scale measurements of volatile organic compound fluxes from U.S. woodlands', *Tree Physiology*, 16, pp. 17–24.
- Guenther A.B., Monson R.K. and Fall R. (1991). 'Isoprene and monoterpene rate variability: observations with Eucalyptus and emission rate algorithm development', *Journal Geophysical Research*, 96, No D6, pp. 10799–10808.
- Guenther A.B., Zimmerman P.R., Harley P.C., Monson R.K. and Fall R. (1993). 'Isoprene and monoterpene rate variability: model evaluations and sensitivity analyses', *Journal of Geophysical Research*, 98, No D7, pp. 12609–12617.
- Guenther A., Zimmerman P. and Wildermuth M. (1994). 'Natural volatile organic compound emission rate estimates for U.S. woodland landscapes', *Atmospheric Environment*, 28, pp. 1197–1210.
- Guenther A., Hewitt C.N., Erickson D., Fall R., Geron C., Graedel T., Harley P., Klinger L., Lerdau M., McKay W.A., Pierce T., Scholes R., Steinbrecher R., Tallamraju R., Taylor J. and Zimmerman P. , 1995. 'A global model of natural volatile organic compound emissions', *Journal of Geophysical Research*, 100, No D5, pp. 8873–8892.
- Guenther A., Geron C., Pierce T., Lamb B., Harley P. and Fall R. (1998) (in preparation). Natural emissions of volatile organic compounds, carbon monoxide, and oxides of nitrogen from North America.
- Hanson U. et al. (1997). 'Biogenic emissions and CO<sub>2</sub> gas exchange investigated on four Mediterranean shrubs', *Atmospheric Environment*, 31, S1, pp. 157–166.
- Hewitt C.N. and Street R.A. (1992). 'A qualitative assessment of the emissions of non-methane hydrocarbon compounds from the biosphere to the atmosphere in the U.K.: Present knowledge and uncertainties', *Atmospheric Environment*, 26A, No 17, pp. 3069–3077.
- Hewitt C. N., Street R.A. and Scholefield P.A. (1997). Isoprene and Monoterpene-Emitting Species Survey 1997. [www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html](http://www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html)
- Isidorov V.A., Zenkevich I.G. and Ioffe B.V. (1985). 'Volatile organic compound in the atmosphere of forests', *Atmospheric Environment*, Vol. 19, No 1, pp. 1–8.
- Isidorov V.A. (1992). 'Non-methane hydrocarbons in the atmosphere of boreal forests: Composition, emission rates, estimation of regional emission and photocatalytic transformation', *Ecological Bulletins*, Vol. 42, pp. 71–76.
- Isidorov V.A., Povarov V.G., Klokova E.M., Prilepsky E.B., Churilova, Yu.Yu., (1993). 'Estimation of photochemically active VOC emission by forests of the European part of the Former USSR'. In: *Proc. Sixth Europ. Symp. Phys.Chem.Behav.Atmos.Pollut.*, Varese, Italy, 18–22.10.1993, Vol. 1, pp. 31–40.

- Janson R. W. (1993). 'Monoterpenes emissions from Scots pine and Norwegian spruce', *Journal of Geophysical Research*, 98, No D2, pp. 2839–2850.
- Kempf K., Allwine E., Westberg H., Claiborn C. and B. Lamb (1996). 'Hydrocarbon emissions from spruce species using environmental chamber and branch enclosure methodes', *Atmospheric Environment* 30(9), pp. 1381–1389.
- Kesselmeier J., Schäfer L., Ciccioli P., Brancaleoni E., Cecinato A., Frattoni M., Foster P., Jacob V., Denis J., Fugit J.L., Dutaur L. and Torres L. (1996). 'Emission of monoterpenes and isoprene from a Mediterranean oak species *Quercus ilex* L. measured within the BEMA (Biogenic emissions in the Mediterranean area) project', *Atmospheric Environment*, 30, Nos 10/11, pp. 1841–1850.
- Kesselmeier J. et al. (1997). 'Emissions of short chained organic acids, aldehydes and monoterpenes from *Quercus ilex* L. and *Pinus pinea* L. in relation to physiological activities, carbon budgets, and emission algorithms', *Atmospheric Environment*, 31, S1, pp. 119–134.
- König G., Brunda M., Puxbaum H., Hewitt C.N., Duckham S.C. and Rudolph J. (1995). 'Relative contribution of oxygenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected mid-European agricultural and natural plant species', *Atmospheric Environment*, 29, No 8, pp. 861–874.
- Lamb B., Gay D., Westberg H. and Pierce T. (1993). 'A biogenic hydrocarbon emission inventory for the U.S.A. using a simple forest canopy model', *Atmospheric Environment*, 27, No 11, pp. 1673–1690.
- Lamb B., Hopkins B., Westberg H. and Zimmerman P. (1997). Evaluation of biogenic emission estimates using ambient VOC concentrations in Western Washington. Presented at workshop on biogenic hydrocarbons in the atmospheric boundary layer, 24–27.8.1997, University of Virginia.
- Lindskog A. and Potter A. (1995). 'Terpene emissions and ozone stress', *Chemosphere*, 30, No 6, pp. 1171–1181.
- Lübker B. and Schöpp W. (1989). A model to calculate natural VOC emissions from forests in Europe, International Institute for Applied Systems Analysis. Working paper WP-89-082.
- Ortiz A. and Dory M.A.G. (1990). The estimation of non methane VOC emissions from nature in Spain for Corinair inventory. In: Pacyna J. M. and Joerss K.E., editors, EMEP Workshop on emission inventory techniques, Regensburg, Germany, 3–6.7.1990. Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norway, EMEP/CCC-Report 7/90.
- Owen S., Boissard C., Street R.A., Duckham C. Csiky O., Hewitt C.N. (1997). 'The BEMA project: Screening of 18 Mediterranean plant species for volatile organic compound emissions', *Atmospheric Environment*, 31, No S1, pp. 101–118.
- Pierce T.E. and Waldruff P.S. (1991). 'PC-BEIS: a personal computer version of the biogenic emissions inventory system', *Journal of the Air and Waste Management Association*, 41, No 7, pp. 937–941.
- Pierce T.E. (1991). User's guide to the personal computer version of the biogenic emissions inventory system (PC-BEIS), Atmospheric research and exposure assessment laboratory, U.S. E.P.A., Research Triangle Park, NC. Report EPA/600/8-90/084.
- Pio C., Nunes T., Valente A. and Brito S. (1994). Forest emissions of hydrocarbons, annual report 1993, Part 4 BIATEX, published by Eurotrac.
- International scientific secretariat, Fraunhofer Institute (IFU), Garmisch-Partenkirchen, Germany, July 1994.
- Puxbaum H. (1997). 'Biogenic emissions of alcohols, esters, ether and higher aldehydes'. In: *Biogenic volatile organic compounds in the atmosphere*, G. Helas, J. Slanina, and R. Steinbrecher (eds.), SPB Academic Publishing bv Amsterdam, pp. 79–99.
- Rasmussen R. A. (1978). Isoprene plant species list. Special report of air pollution Research Section Washington State University.

- Rudolph J., Plass-Dülmer C., Benning L., Brandenburger U., Brauers T., Dorn H.-P., Hausmann M., Hofzumahaus A., Holland F., Parusel E., Ramacher B., Wahner A., Wedel A., Duckham C., Hewitt N., König G. and Puxbaum H. (1998). The Popcorn campaign 1994, an intensive field study of biogenic and man made volatile organic compounds in the atmosphere: an overview. *Journal of Atmospheric Chemistry*. In press.
- Schnitzler J.-P., Lehning A., Steinbrecher R. (1997). 'Seasonal pattern of isoprene synthase activity in *Quercus robur* leaves and its impact on modeling isoprene emission rates', *Botanica Acta* 110, pp. 240–243.
- Schuh et al. (1997). 'Emissions of volatile organic compounds from sunflower and beech: dependence on temperature and light intensity', *Journal of Atmospheric Chemistry*, 27, pp. 291–318.
- Seufert G., Bartzis J., Bomboi T., Ciccioli P., Cieslik S., Dlugi R., Foster P., Hewitt N., Kesselmeier J., Kotzias D., Lenz R., Manes F., Perez-Pastor R., Steinbrecher R., Torres L., Valentini R. and Versino B. (1997). 'The BEMA-project: An overview of the Castelporziano experiments', *Atmospheric Environment* 31, No S1, pp. 5–18.
- Simon V., Clement B., Riba M.L. and Torres L. (1994). 'The Landes Experiment: monoterpenes emitted from maritime pine', *Journal of Geophysical Research* 99(D8), pp. 16501–16510.
- Simpson D., Guenther A., Hewitt C.N. and Steinbrecher R. (1995). 'Biogenic emissions in Europe 1. Estimates and uncertainties', *Journal of Geophysical Research*, 100, No D11, pp. 22875–22890.
- Simpson D. (1995). 'Biogenic emissions in Europe 2: Implications for ozone control strategies', *Journal of Geophysical Research*, 100, No D11, pp. 22891–22906.
- Staudt et al. (1997). 'Seasonal and diurnal patterns of monoterpene emissions from *Pinus pinea* (L.) under field conditions', *Atmospheric Environment*, 31, S1, pp. 145–156.
- Steinbrecher R. (1994). 'Emission of VOCs from selected European ecosystems: the state-of-the-art'. In: et al., Borrel P., editor, *Transport and Transformation of Pollutants in the Troposphere*, Proceedings Eurotrac symposium 1994, pp. 448–455. SPB Acad. Publish. bv., the Hague, Netherlands.
- Steinbrecher R. (1996). Reaktive organische Luftkomponenten (C6-C12) anthropogenen und biogenen Ursprungs in Laub- und Nadelwäldern. Abschlussbericht BMBF-Forschungsvorhaben 07 EU 816/7, p. 88.
- Steinbrecher R. (1997). Emission factor table of BVOC of plant species in Europe, IFU-Garmisch (version December 1997).
- Steinbrecher R., Hahn J., Stahl K., Eichstetter G., Lederle K., Rabong R., Schreiner A.-M. and Slemr J. (1997). 'Investigations on emissions of low molecular weight compounds (C2-C10) from vegetation'. In: *Biosphere-Atmosphere exchange of pollutants and trace substances*, S. Slanina (ed.) Springer Verlag Berlin, Vol. 4, pp. 342–351.
- Steinbrecher R., Schürmann W., Schreiner A.-M. and Ziegler H. (1993). Terpenoid emissions from Common oak (*Quercus robur* L.) and Norway spruce (*Picea abies* [L.] karst, In Slanina J. et al., editor, *Proceedings of the Joint CEC/BIATEX Workshop*, Aveiro (P), 4–7 May 1993 on the General Assessment of Biogenic Emissions and Deposition of Nitrogen Compounds, Sulfur compounds and Oxidants in Europe, pages 251–261. CEC Research Programme Report 47.
- Street R.A. (1995). Emissions of non-methane hydrocarbons from three forest ecosystems, PhD thesis, Lancaster Univ., Lancaster, England.
- Street R. A., Duckham S. C., Boussard C. and Hewitt C. N. (1997). Emissions of VOCs from Stressed and Unstressed Vegetation. In: *Biosphere-Atmosphere Exchange of Pollutants and Trace Substances*, Slanina S. (ed.), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1997, pp. 366–371.
- Street R.A., Hewitt C.N. and Mennicken S. (1997). 'Isoprene and monoterpene emissions from a Eucalyptus plantation in Portugal', *Journal of Geophysical Research*, D13, 102, pp. 15875–15887.
- UNECE, 1992. The environment in Europe and North America: annotated statistics 1992.

Veldt C. (1988). Inventorying natural VOC emissions for the Corinair project, Apeldoorn, The Netherlands, MT-TNO report 88-275; Also published in Corinair Technical Annexes Volume 2, Default emission factor handbook, European Commission EUR 12586/2, pp. 101-128.

Veldt C. (1989). Leaf biomass data for the estimation of biogenic VOC emissions, Apeldoorn, The Netherlands, MT-TNO report pp. 89-306.

Veldt C. (1991). The use of biogenic VOC measurements in emission inventories, Apeldoorn, The Netherlands, MT-TNO report pp. 91-323.

Winer A. M., Fitz D. R., Miller P. R., Atkinson R., Brown D. E., Carter W. P. L., Dodd M. C., Johnson C. W., Myers M. A., Neisess K. R., Poe M. P. and Stephens E. R. (1983). Investigation of the role of natural hydrocarbons in photochemical smog formation in California. Final report, contract No AO-056-32, California Air Resources Board, Statewide Air Pollution Research Center, University of California, Riverside, California 92521.

Winer A.M., Arey J., Atkinson R., Aschmann S.M., Long W.D., Morrison C.L. and Olszyk, D. (1992). 'Emission rates of organics from vegetation in California's central valley', *Atmospheric Environment* 26A, pp. 2647-2659.

Zimmerman P. (1979). Testing of hydrocarbon emissions of vegetation, leaf litter and aquatic surfaces and development of a methodology for compiling biogenic emission inventories, EPA 450/4-79-004.

## 18 Библиографический указатель

Guenther A.B., Zimmerman P.R., Harley P.C., Monson R.K. and Fall R. (1993). 'Isoprene and monoterpene rate variability: Model evaluations and sensitivity analyses', *Journal of Geophysical Research*, 98, No D7, pp. 12609-12617.

Guenther A., Zimmerman P. and Wildermuth M. (1994). 'Natural volatile organic compound emission rate estimates for U.S. woodland landscapes', *Atmospheric Environment*, 28, pp. 1197-1210.

Guenther A., Hewitt C.N., Erickson D., Fall R., Geron C., Graedel T., Harley P., Klinger L., Lerdau M., McKay W.A., Pierce T., Scholes R., Steinbrecher R., Tallamraju R., Taylor J. and Zimmerman P. (1995). 'A global model of natural volatile organic compound emissions', *Journal of Geophysical Research*, 100, No D5, pp. 8873-8892.

Hewitt C. N., Street R.A. and Scholefield P.A. (1997). Isoprene and Monoterpene-Emitting Species Survey 1997: [www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html](http://www.es.lancs.ac.uk/es/people/pg/pas/download.html).

Simpson D., Guenther A., Hewitt C.N. and Steinbrecher R. (1995). 'Biogenic emissions in Europe 1. Estimates and uncertainties', *Journal of Geophysical Research*, 100, No D11, pp. 22875-22890.

Simpson D., Winiwarter W., Börjesson G., Cinderby S., Ferreiro A., Guenther A., Hewitt C.N., Janson R., Khalil M.A.K., Owen S., Pierce T.E., Puxbaum H., Shearer M., Steinbrecher R., Tarrason L. and Öquist M.G. Inventorying emissions from Nature in Europe, submitted.

Steinbrecher R. (1997). Emission factor table of BVOC of plant species in Europe, IFU Garmisch (version December 1997).

Veldt C. (1989). Leaf biomass data for the estimation of biogenic VOC emissions, Apeldoorn, The Netherlands, MT-TNO report 89-306.

## 19 Выпущенная версия и дата

Версия: 1.3

Дата: 3 февраля 1999

Исправлено с добавлением информации о твердых частицах в декабре 2006.

## Наведение справок

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