

Категория		Название
НО:	11.C	Другие источники и приемники сточных вод
		Водно-болотные угодья (лесные болота)
		Неосушенные болота
		Осушенные болота
ИНЗВ:	1105	Болота
	110601	Топи
		Лесные болота
		Пойма
		Озера
МСОК:		
Версия	Руководство 2019	

Оглавление

1	Включенные виды деятельности.....	3
2	Доля в общем количестве выбросов.....	4
3	Общая информация.....	4
3.1	Описание.....	4
3.2	Определения.....	5
3.3	Методы.....	6
3.4	Выбросы.....	6
3.5	Средства регулирования.....	6
4	Упрощенная методология.....	6
5	Подробная современная методология.....	7
6	Статистические данные о соответствующих мероприятиях.....	7
7	Критерии выделения точечных источников.....	8
8	Коэффициенты выбросов, стандарты качества и справочная литература.....	8
9	Структура видообразования.....	9
10	Оценка неопределенности.....	9
11	Наиболее уязвимые аспекты/приоритетные области данной методологии, которые требуют проведения дополнительных изысканий. .	10
12	Критерии территориального разукрупнения.....	10
13	Критерии временного разукрупнения.....	10
14	Дополнительные комментарии.....	11
15	Дополнительные документы.....	11
16	Методика контроля.....	11
17	Список цитированной литературы.....	11
18	Библиографический указатель.....	13
19	Выпущенная версия и дата.....	14
	Наведение справок.....	14

1 Включенные виды деятельности

В данной главе рассматриваются выбросы метана (CH_4) и, в меньшей степени, серы, образующиеся в естественно водонасыщенных почвах, в местах постоянно или сезонно затопляемых пресной водой. Необходимо отметить, что в данной главе рассматриваются неглубокие озера (110601), глубина которых, как правило, не превышает 2 метров, и водно-болотные угодья (код ИНЗВ 1105). Озера глубиной более 2 метров обычно не считаются водно-болотными угодьями. В данной главе не рассматриваются сельскохозяйственные водно-болотные угодья, такие как рисовые поля, несмотря на одинаковые биохимические процессы (см. работу Schütz и др., 1989г., Опытные измерения на рисовых полях Италии).

Что касается выбросов парниковых газов, то пользователи должны обратиться к соответствующим руководствам, разработанным Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) www.ipcc-nggip.iges.or.jp/

Основные выбросы CH_4 производятся анаэробными бактериями (метан-продуцирующими бактериями) в почве, которые, проникнув в грунтовую воду, попадают в атмосферу через растения, в ходе кипения или диффузии. Тип почвенно-растительного покрова, характеристики и местный климат – три важных фактора, влияющие на выбросы метана; данные по этим факторам используются при глобальных и региональных оценках.

Природные сернистые газы, такие как OCS (карбонильный сульфид), DMS (диметил сульфид), H_2S и CS_2 испускаются из солончаковых водно-болотных угодий и водно-болотных угодий с высоким содержанием серы в почве, как правило, в результате микробиологической деятельности, хотя и частично за счет химического восстановления сульфата (H_2S) или, возможно, водорослей и других растений (DMS). Эти газы подробно не обсуждаются, поскольку они не являются существенным источником загрязнения. Бактерии, которые производят сернистые газы, обычно нельзя сравнивать с метан-продуцирующими бактериями, таким образом, выход метана сдерживается условиями солёности. Солончаковые болота, как правило, исключаются из кадастров выбросов метана.

Водно-болотные угодья страдают от человеческой вмешательства: при осушении (водоемов) под ведение сельскохозяйственных работ или строительства, при поддержании ареала распространения диких животных или очистке воды, или от строительства/переоборудования в водохранилища или транспортные водоемы, такие как каналы и фермерские пруды. Эти изменения можно оценить при наличии соответствующих данных из местных источников.

2 Доля в общем количестве выбросов

По оценкам, водно-болотные угодья производят примерно 20 % всех ежегодных глобальных выбросов метана. Последние совокупные оценки показали следующие результаты: 100–110 Tg (10^{12} г) в год, при диапазоне от 50–150 Tg CH_4 , испускаемых в год. (Согласно Matthews (1993г.).

Биогенные сернистые газы, испускаемые из водно-болотных угодий и почвы, по оценкам, составляют менее 2% от общего количества серы; 5–12 Tg S в год от общего количества 310 Tg. Менее 10 % мировых почв расположены в солончаковых болотах, так выбросы серы от солончаковых болот составляют порядка 1–2 Tg; что незначительно по сравнению с антропогенными источниками (Warneck, 1988г.; Andreae, 1984г.). Более ранние исследования, которые свидетельствуют о водно-болотных угодьях как о гораздо более крупном источнике биогенных сернистых газов или не воспроизводились, или, возможно, были примером выборочного процесса (см. Chin и Davis, 1993г., для дальнейшего обсуждения).

Данные виды деятельности не являются важным источником $\text{PM}_{2.5}$.

3 Общая информация

1.1 3.1 Описание

CH_4 производится анаэробными бактериями (метан-продуцирующими бактериями) в почве, которые, проникнув в грунтовую воду, попадают в атмосферу через растения, кипение или диффузию. Положение уровня грунтовых вод, вид растительности, характеристики почвы, нижние слои почвы и местный климат являются важными факторами, влияющими на выбросы метана. Кроме того, метаногенез является последним звеном в цепи анаэробного разложения, для которого требуются органические продукты жизнедеятельности других бактерий в качестве питания, и испускающих метан в качестве отходящего газа (Gujer и Zehnder, 1983г.). По этой причине в начале сезона требуется несколько дней или недель, чтобы выбросы метана стали значительными. Метан, в свою очередь, является источником питания для аэробных бактерий, называемых метанотрофами, поэтому он может окисляться в аэробной корневой зоне растений или аэробных слоях почвы или в воде. Примерно 10–40 % метана, образованного в почве, пропитанной влагой, в конечном счете испускаются в атмосферу (см. Conrad, 1996г., и ссылки по нему).

Биогенные сернистые газы образуются при анаэробном разложении в ходе химических реакций с ионами сульфатов, а возможно, и формируются некоторыми видами болотной растительности (Patrick и DeLaune, 1977г.; Warneck, 1988г.; Chin и Davis, 1993г.).

1.2 3.2 Определения

Для описания естественно затапливаемых территорий используется много терминов. Водно-болотные угодья, трясина, болотистые почвы, топи, влажная тундра, лесные болота, влажные луга и болота являются одними из наиболее распространенных. В общем, употребление терминов неточно, а иногда и взаимозаменяемо. Определения терминов, используемых в данной главе, приведены ниже.

Водно-болотные угодья - используется как общий термин для любой зоны постоянно или сезонно затапливаемой водой, где почва достаточно долго пропитана влагой, чтобы испариться, где популяция метанопродуцирующих бактерий установлена и где метан испускается из почвы. Типы водно-болотных угодий различаются по их растительности, которая оказывает влияние на количество органического субстрата и перенос CH_4 ; а также по сезону затопления или оттаивания.

Следующие определения получены из работ Zoltai и Pollet (1983г.), Aselmann и Crutzen (1989г.), хотя подобная схема была использована Matthews и Fung (1987г.).

Болотистая почва - это торфообразующие водно-болотные угодья, как правило, с моховой растительностью, иногда в северных лесах, заболоченных от осадков.

Топь - это торфообразующее водно-болотное угодье с водой, протекающей через систему, как правило, с травой и осокой в дополнение к моху; менее кислая, чем болото и более продуктивная.

Болота и топи составляют большинство северных водно-болотных угодий в тундровых экосистемах, хотя они также встречаются в других широтах.

Лесные болота - это лесистые водно-болотные угодья с гораздо меньшим количеством накопленного органического вещества по сравнению с болотами, обычно встречающиеся в умеренных и тропических широтах.

Болото - это водно-болотное угодье с травой, осокой или тростниковой растительностью.

Заливной луг - это площадь, сезонно покрытая водой вдоль рек или озер. Они являются значительными источниками метана в основном в Южной Америке и Африке.

Мелкое озеро - это водоем с достаточно теплой водой, чтобы в осадке мог образовываться метан и достаточно мелкий (< 2 м), чтобы метан мог выходить через поверхность либо в виде пузыря, либо вследствие диффузии. В этой категории также могут рассматриваться каналы и фермерские пруды, а также естественные водоемы.

Классы ИНЗВ «неосушенных и солончаковых болот», а также «осушенных болот» сохраняются для согласованности с предыдущей работой, но по существу все болота, которые по-прежнему соответствуют определению водно-болотных угодий, рассматриваются одинаково следующим образом.

1.3 3.3 Методы

Потоки метана от водно-болотных угодий обычно оценивают путем измерения их накопления в закрытых камерах. В последние несколько лет, оценки площади различных типов вихревых корреляционных измерений стали более распространенными. Площади водно-болотных угодий были оценены по картам, Gore (1983г.) например, с использованием цифровых баз данных по почвам и растительности. Сезон выбросов метана обычно оценивают по местным климатическим данным.

1.4 3.4 Выбросы

Водно-болотные угодья испускают метан, двуокись углерода и газы биогенной серы, а также N_2O и NO в небольших количествах. Однако только метан является глобально значимым испускаемым газом. CO_2 биогенного происхождения просто утилизируется (хотя водно-болотные угодья играют важную роль в глобальном углеродном цикле, так как количество углерода в торфяниках значительно, — около 412 Гт во всем мире; Woodwell и др., 1995). Биогенные сернистые газы незначительны по сравнению с антропогенными выбросами серы.

1.5 3.5 Средства регулирования

Природные водно-болотные угодья обычно в умеренных и тропических зонах осушаются для ведения сельского хозяйства, строительства и торфоразработки. Эти мероприятия «снижают» выбросы, уничтожая водно-болотные угодья. Арктические и северные водно-болотные угодья высоких широт не осушаются, так как большую часть года почва заморожена; средства регулирования не требуются.

4 Упрощенная методология

Выбросы метана от водно-болотных угодий (W_{CH_4} , в единицах массы) оцениваются по:

$$W_{CH_4} = \sum_i^7 (A_i \cdot F_i \cdot S_i \cdot cf) \quad (01)$$

где

i = 1, 2, ..., 7 для 7 типа водно-болотных угодий;

- A_i = площадь водно-болотных угодий каждого типа;
- F_i = сезонный средний поток (в единицах массы/площади/времени, как правило, $\text{мг CH}_4 \text{ м}^{-2} \text{ день}^{-1}$);
- S_i = продолжительность сезона выбросов метана. Сезон – это время, когда почва оттаивает для северных и умеренных северных водно-болотных угодий, а также продолжительность времени, за которую почва затопливается для заливных лугов, сезонных и лесных болот.
- cf = коэффициенты пересчёта соответствующих единиц.

5 Подробная современная методология

Подробная методология, такая же, как и простая методология. Оценки могут быть уточнены путем введения типов водно-болотных угодий, свойственных главным образом для страны, или с использованием местных измерений потока, а не усредненных, приведенных в разделе 8 настоящей главы. Любая информация, относящаяся к конкретной стране, а не к глобальной базе данных, должна повысить точность оценки.

6 Статистические данные о соответствующих мероприятиях

Данные по водно-болотным угодьям представлены в ряде таблиц в работах Aselmann и Crutzen, 1989г. Они показывают процент площади водно-болотных угодий в виде ячеек размером 2,5 широтных минут x 5 высотных минут. Matthews и Fung (1987) использовали различные системы классификации и разделили оценку на ячейки размером $1^\circ \times 1^\circ$. Их база данных документально подтверждена Matthews (1989г.).

Карту некоторых водно-болотных угодий в Европе можно найти у Gore (1983), том 4А: «Общие исследования», и том 4В: «Региональные исследования». Великобритания, Ирландия, Финляндия и Швеция рассмотрены подробно. Большинство из этих карт основаны на исследованиях, проведенных в стране происхождения.

Органы местного самоуправления и исследователи могут предоставить данные об осадках и температуре для определения сезонности и более точные данные об использовании земель для водно-болотных угодий.

7 Критерии выделения точечных источников

Все источники водно-болотных угодий считаются зональными источниками.

8 Коэффициенты выбросов, стандарты качества и справочная литература

Метан

Bartlett и Harriss (1993г.) провели тщательный анализ измерений потока водно-болотных угодий и неглубоких озер с целью создания общей оценки. Следующая таблица составлена на основе их работы. Она объединяет измерения для топей и болот.

Климатическая зона	Поток типа водно-болотных угодий (мгм ⁻² д ⁻¹)					
	Болотистые почвы	Топи	Болото	Лесное болото	Пойма	Мелкие озера
Арктическая	96	96				
Северная	87	87	87	87		35
Умеренная	135	135	70	75	48	60
Тропическая	199	199	233	165	182	148

Климатические зоны: арктическая: 60–90 ° широта; северная: 45–60 ° широта; умеренная: 20–45 ° широта; тропическая: 0–20 ° широта. Эти климатические зоны чаще встречаются на Американских континентах, так как большинство исследований северного полушария проводились в Канаде и США, а южного – в Бразилии.

Биогенные сернистые газы

Steudler и Peterson провели оценку общего количества годовых выбросов $5,8 \text{ г S м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ в своем исследовании, которое включало измерения всех основных биогенных сернистых газов, испускаемых из солончакового болота за год.

9 Структура видообразования

10 Оценка неопределенности

Качество данных, используемых для оценки выбросов метана от водно-болотных угодий, среднее (класс D).

Оценки потока водно-болотных угодий являются, вероятно, самым крупным источником неопределенности при оценке общих выбросов метана. Несмотря на то, что есть измерения всех типов главных водно-болотных угодий, потоки могут отличаться на несколько порядков на одном участке. Межгодовые отклонения сезонных средних данных могут варьироваться вплоть до порядка амплитуды. Большинство измерений потока в северной и средней зонах проводились в Северной Америке и Скандинавии, а большинство измерений тропической зоны – в Центральной и Южной Америке. Поскольку измерения потоков метана в других частях света не проводились или их очень мало, то нельзя вычислить неопределенность использования имеющихся измерений, но она может быть больше. Однако измерения потока метана в Европе вписываются в ряд других измерений в северной и высоко умеренной зонах.

Оцененные площади водно-болотных угодий могут сильно отличаться в зависимости от основных баз данных растительности. Различия в оценках между Matthews и Fung (1987г.), а также Aselmann и Crutzen (1989г.) подробно рассматриваются и в последнем документе и в работах Bartlett и Harris (1993г.). Их общие площади очень близки, но их распределение существенно отличается, особенно в тропиках. Оценки их общей площади для северного полушария умеренной и северной зон очень близки, но классы их растительности не вполне сопоставимы.

Оценки потока биогенных сернистых газов недостаточны (класс E). Есть лишь несколько измерений всех сернистых газов, а измеренные выбросы очень изменчивы.

Замечания по неопределенности измерений потока метана относятся также к биогенным сернистым газам. Дополнительная изменчивость связана с потоком, который варьируется в зависимости от прилива (H_2S) или естественного освещения (DMS). Поскольку были исследованы/измерены не все газы, трудно получить общую оценку выбросов серы. Так для более ранних данных все еще существует возможность загрязнения образцов во время измерений, между измерениями,

проведенными на одной территории, но разными исследователями, может быть разница в 4 значения.

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

Как отмечалось в разделе 10 настоящей главы, оценки выбросов потока являются, вероятно, самым крупным источником неопределенности. Кроме того, связь оценок потока с классификацией водно-болотных угодий является важной проблемой. Так как точно не известно, какие параметры влияют на поток, то сложно разработать хорошую схему определения параметров. Еще одна проблема возникает из-за разницы в методах, используемых при измерении потоков - такие факторы могут объяснить некоторую изменчивость, обнаруженную в измерениях.

Развитие более совершенных методов дистанционного зондирования и оценки являются, вероятно, важнейшим элементом совершенствования кадастров.

12 Критерии территориального разукрупнения

Выбросы метана оцениваются по различным типам водно-болотных угодий, определенных в п. 3.2 настоящей главы.

13 Критерии временного разукрупнения

Количество выбросов метана меняется в зависимости от сезона, обычно вследствие изменения температуры почвы, сезона разведения растений или сезона пропитывания влагой, хотя также есть исключения (Svensson и Rosswall, 1984г.; Whalen и Reeburgh, 1992г.; Westermann, 1993г.). Например, в высоких северных широтах водно-болотные угодья, как правило, классифицируются как болотистые почвы, лесные болота и болота с максимальными выбросами с июня по сентябрь. Выбросы метана возрастают, когда температура почвы становится выше 0 градусов, но температура измеряется на

самом низком уровне замерзшей почвы. Сезонные водно-болотные угодья, такие как поймы, испускают метан только во время сезона дождей, а выбросы метана изменяются в водно-болотных угодьях согласно градиенту влажности (Svensson, 1976г.; Moore и др., 1990г.; Granberg и др., 1997г.). Сухая аэрированная почва обычно является приемником метана; засуха или другие изменения в уровне воды могут стать причиной того, что область источника станет приемником (Харрис и др., 1982г., Whalen и др., 1991г., Oechel, 1993г.).

Все потоки, приведенные в разделе 8 настоящей главы, являются усредненными по суткам и сезонам.

14 Дополнительные комментарии

Сао и др. (1996г.), а также Christensen и др. (1996г.) смоделировали углеродную систему и выбросы метана от водно-болотных угодий. Этот тип модели значительно сложнее, но он позволяет моделировать изменения выбросов метана в связи с изменением климата. В настоящее время эти модели сверяются с глобальными оценками, где используются измеренные потоки (Matthews и Fung, 1987г.; Aselmann и Crutzen, 1989г.; Bartlett и Harris, 1993г.). Модели пока не общедоступны.

15 Дополнительные документы

16 Методика контроля

17 Список цитированной литературы

Andreae, M.O. (1984). 'The emission of sulfur to the remote atmosphere: Background paper'. In: *The Biogeochemical Cycling of Sulfur and Nitrogen in the Remote Atmosphere*. J.N. Galloway, R.J. Charlson, M.O. Andreae, and H. Rodhe, Eds. Nato ASI Series C, Vol. 159, D. Reidel, Holland.

Aselmann, I. and P.J. Crutzen (1989). 'Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality, and possible methane emissions', *Journal of Atmospheric Chemistry* 8, pp. 307–358.

Bartlett, K.B. and R.C. Harriss (1993). 'Review and assessment of methane emissions from wetlands', *Chemosphere* 26 pp. 261 –320.

Cao, M., S. Marshall, and K. Gregson (1996). 'Global carbon exchange and methane emissions from natural wetlands: Application of a process based model', *Journal of Geophysical Research* 101, pp. 14399–14414.

Christensen, T.R., I.C. Prentice, J. Kaplan, A. Haxeltine and S. Stich (1996). 'Methane flux from northern wetlands and tundra, an ecosystem modeling approach'. *Tellus* 48B, pp. 652–661.

Chin, M. and D.D. Davis (1993). 'Global sources and sinks of OCS and CS₂ and their distributions', *Global Biogeochemical Cycles* 7 pp 321–337.

Conrad, R (1996). 'Soil microorganisms as controllers of atmospheric trace gases (H₂, CO, CH₄, OCS, N₂O, and NO)', *Microbiological Reviews* 60, pp. 609–640.

Gore, A.J.P (1983). Introduction. In: *Ecosystems of the World 4A, Mires: Swamp, Bog, Fen, and Moor, General Studies*. A.J.P. Gore, Ed. Elsevier Scientific Publ. Co.

Granberg, G., C. Mikkilä, I. Sundh, B.H. Svensson, and M. Nilsson (1997). 'Sources of spatial variation in methane emission from mires in northern Sweden: A mechanistic approach in statistical modeling', *Global Biogeochemical Cycles* 11, pp. 135–150.

Matthews, E. and I. Fung (1987). 'Methane emission from natural wetlands: Global distribution, area, and environmental characteristics of sources', *Global Biogeochemical Cycles* 1, pp. 61–86.

Matthews, E. Global Databases on distribution, characteristics and methane emission of natural wetlands: documentation of archived data tape. NASA Technical Memorandum 4153, 1989.

Matthews, E. (1993). 'Wetlands'. In: *Atmospheric Methane: Sources, Sinks, and Role in Global Change*. M.A.K. Khalil, Ed. NATO ASI Series: Global Environmental Change, Vol. 13, Springer-Verlag, Berlin.

Moore, T., N. Roulet, and R. Knowles (1990). 'Spatial and temporal variations of methane flux from subarctic/northern boreal fens', *Global Biogeochemical Cycles* 4, pp. 29–46.

Oechel, W. C., et al. (1993). 'Recent change of Arctic tundra ecosystems from a net carbon dioxide sink to a source', *Nature* 361, pp. 520–523.

Patrick, W.H. Jr. and R.D. DeLaune (1977). 'Chemical and biological redox systems affecting nutrient availability in the coastal wetlands', *Geoscience and Man* 18, pp. 131–137.

Schütz, H., A. Holzapfel-Pschorn, R. Conrad, H. Rennenberg, and W. Seiler (1989). 'A 3-year continuous record on the influence of daytime, season, and fertilizer treatment on methane emission rates from an Italian rice paddy', *Journal of Geophysical Research* 94(D13), pp. 16405–16416.

Steudler, P.A. and B.J. Peterson (1985). 'Annual cycle of gaseous sulfur emissions from a New England *Spartina alterniflora* marsh', *Atmospheric Environment* 9, pp. 1411–1416.

Svensson, B.H. Methane production in tundra peat (1976). *Microbial Production and Utilization of Gases (H₂, CH₄, CO)*. H.G. Schlegel, G. Gottschalk, N. Pfennig and E. Goltze, editors (Gottingen). p. 135–139.

Warneck, P (1988). *Chemistry of the Natural Atmosphere*. International Geophysics Series, Vol. 41, Academic Press Inc., USA. pp. 498–505; 540–542.

Whalen, S.C., W.S. Reeburgh, and K.S. Kizer (1991). 'Methane consumption and emission by taiga', *Global Biogeochemical Cycles* 5, pp. 261–273.

Zoltai, C.S. and Pollett, F.C. (1983). 'Wetlands in Canada'. In: *Ecosystems of the World*. Vol. 4B, Mires: Swamp, Bog, Fen, and Moor. A.J.P. Gore (ed). Elsevier Scientific Publication, New York, NY, pp. 245–268.

18 Библиографический указатель

Bartlett, K.B., R.C. Harriss, and D.I. Sebacher (1985). 'Methane flux from coastal salt marshes', *Journal of Geophysical Research* 90, pp. 5710–5720.

Botch, M.S. and V.V. Masing (1983). 'Mire ecosystems in the U.S.S.R'. In: *Ecosystems of the World 4B, Mires: Swamp, Bog, Fen, and Moor, Regional Studies*. A.J.P. Gore, Ed. Elsevier Scientific Publication, Co., Amsterdam, The Netherlands.

Gujer, W. and Zehnder, A.J.B. (1983). 'Conversion processes in anaerobic digestion', *Water, Science and Technology*, 15, pp. 127–167.

Clymo, R.S. and E.F.J. Reddaway (1971). 'Productivity of *Sphagnum* (Bog-moss) and peat accumulation', *Hidrobiologia* 12, pp. 181–192.

Freeman, C., M.A. Lock and B. Reynolds (1993). 'Fluxes of CO₂, CH₄, and N₂O from a Welsh peatland following simulation of water table draw-down: potential feedback to climate change', *Biogeochemistry* 14, pp. 51–60.

Gallagher, M.W., T.W. Choularton, K.N. Bower, I.M. Stromberg, K.M. Beswick, D. Fowler, K.J. Hargreaves (1994). 'Measurement of methane fluxes on the landscape scale from a wetland area in north Scotland', *Atmospheric Environment* 28, pp. 2421–2430.

Holzappel-Pschorn, A., R. Conrad, W. Seiler (1985). 'Production, oxidation and emission of methane in rice paddies', *FEMS Microbiology Ecology* 31, pp. 343–351.

Jørgensen, B.B. and B. Okholm-Hansen (1985). 'Emissions of sulfur gases from a Danish estuary', *Atmospheric Environment* 19, pp. 1737–1749.

Patrick, W.H. Jr. and R.D. DeLaune (1977). 'Chemical and biological redox systems affecting nutrient availability in the coastal wetlands', *Geoscience and Man* 18, pp. 131–137.

Ruuhijärvi, R. (1983). 'The Finnish mire types and their regional distribution'. In: *Ecosystems of the World 4B, Mires: Swamp, Bog, Fen, and Moor, Regional Studies*. A.J.P. Gore, Ed. Elsevier Scientific Publication, Co., Amsterdam, The Netherlands.

Sebacher, D.I., R.C. Harriss, and K.B. Bartlett (1985). 'Methane emissions to the atmosphere through aquatic plants', *Journal of Environmental Quality* 14, pp. 40–46.

Sundh, I., M. Nilsson, G. Granberg, and B.H. Svensson (1994). 'Depth distribution of microbial production and oxidation of methane in northern boreal peatlands', *Microbial Ecology* 27, pp. 253–265.

Svensson, B.H. (1976). 'Methane production in tundra peat', *Microbial Production and Utilization of Gases (H₂, CH₄, CO)*. H.G. Schlegel, G. Gottschalk, N. Pfennig and E. Goltze, editors (Gottingen). Pp. 135–139.

Svensson, B.H. and T. Rosswall (1984). 'In situ methane production from acid peat in plant communities with different moisture regimes in a subarctic mire', *Oikos* 43, pp. 341–350.

Westermann, P. and B.K. Ahring. 'Dynamics of methane production, sulfate reduction, and denitrification in a permanently waterlogged alder swamp', *Applied and Environmental Microbiology* 53, pp. 2554–2559.

Westermann, P. (1993). 'Temperature regulation of methanogenesis in wetlands', *Chemosphere* 26, pp. 321–328.

Whalen, S.C. and W.S. Reeburgh (1992). 'Interannual variations in tundra methane emission: A 4-year time series at fixed sites', *Global Biogeochemical Cycles* 6, pp. 139–159.

Woodwell, G.M., MacKenzie, F.T., Houghton, R.A., Apps, M.J., Gorham, E., Davidson, E.A. 1995. 'Will the warming speed the warming?' In: *Biotic Feedbacks in the Global Climatic System*.

Woodwell, G.M. and MacKenzie, F.T. (eds.) *Oxford University Press*, Oxford, UK, pp. 393–411.

19 Выпущенная версия и дата

Редакция: 1,2

Дата: 4 февраля 1999

Исправлено с добавлением информации о твердых частицах в декабре 2006г.

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/).