

ОЦЕНКА ПОТОКА МЕТАНА ИЗ ПОЧВ РОССИИ НА ОСНОВЕ ПРОСТЕЙШИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Глаголев М.В.^{1,2,4}, Филиппов И.В.², Клепцова И.Е.², Максютлов Ш.Ш.³

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

m_glagolev@mail.ru

²Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

filip83pov@yandex.ru, kleptsova@gmail.com

³National Institute for Environmental Studies, Цукуба, Япония

shamil@nies.go.jp

⁴Институт лесоведения РАН, Успенское, Россия

Аннотация: в работе оценивается эмиссия метана из болот России на основе трех карт распространения болот и пяти простейших математических моделей. Управляющими параметрами моделей являются: первичная продуктивность, либо среднегодовая температура и/или осадки, либо географическая широта. По наиболее точной карте на основе использованных моделей эмиссия CH_4 оценивается величинами от 9.7 до 13.1 МтС·год⁻¹.

1. Введение

Метан – важный компонент фотохимической и климатической систем атмосферы. В XX в. скорость возрастания его концентрации достигала 1%/год. Очевидно, что исследование причин столь быстрого возрастания чрезвычайно важно. Известно, что одним из главных источников метана являются болота. Представляется, что Россия может быть одним из основных источников метана из-за существенной заболоченности ее территории.

2. Объекты и методы

Для расчета эмиссии CH_4 из болот в региональном масштабе годовая эмиссия метана (F , г·м⁻²·год⁻¹) представлялась как сумма эмиссий по отдельным географическим областям:

$$F = \sum_k (S_k \cdot \mu_k \cdot q),$$

здесь S_k – площадь k -ой области, μ_k – доля площади, занимаемой болотами в k -ой области, q – удельный поток CH_4 (гС·м⁻²·год⁻¹). Для расчета q мы применяли несколько моделей. Три из них («модель Taylor et al.», «модель Taylor-Miami» и «модель Andronova-Karol», или сокращенно – МоТЕА, МоТаМ и МАК) вместе с соответствующими ссылками приведены ранее в [Глаголев с соавт., 2012]. Теперь опишем еще две:

а) Ю.Г. Пузаченко [2010, с. 110] предложил модель для NPP, зависящую от тех же входных переменных, что и Miami-model, тогда

$$q = e \cdot \{76.76 \cdot T_K - 0.1323 \cdot T_K^2 - 530.9 \cdot \ln(P) + 65.51 \cdot [\ln(P)]^2 - 7.249 \cdot (T_K/P) + 0.0123 \cdot (T_K/P)^2 - 9958.25\}$$

где $T_K = T + 273.15$.

б) А.В. Наумов [2010] предложил использовать параболическую регрессионную связь NPP непосредственно с географической широтой (x , °с.ш.), тогда:

$$q = d \cdot (19.958 - 0.0328 \cdot x - 0.003 \cdot x^2).$$

Эти модели мы кратко будем обозначать, соответственно, МоТаР и МоТаН.

Поскольку на территории РФ наиболее изученной областью к настоящему времени является таежная зона Западной Сибири, мы подбирали неизвестные параметры в моделях (например, в МоТаР и МоТаН – это d и e) так, чтобы расчеты по моделям наилучшим образом удовлетворяли потоку CH_4 из болот подзон именно этой зоны. Конкретная методика (минимизируемый функционал; особенности картографических расчетов; использованные картографические материалы: слой границ субъектов РФ, маска болот из набора данных GLWD-3, растры нетто-первичной продуктивности болот, среднегодовых температур и годовых осадков; пространственное разрешение наборов данных) вместе с необходимыми ссылками частично была описана ранее в [Глаголев с соавт., 2012].

Для моделирования распространения болот по GLWD3 были взяты классы легенды с 4 по 9 (поскольку первые три класса являются водными объектами, а последние три не попадают на территорию РФ). В качестве класса болот GlobCover более всего подходит 180й класс легенды; остальные классы помимо болот включают и другие не болотные объекты. Кроме того, на основе продукта MCD43A4 космической съемки MODIS нами была начата разработка карты болот (PeatMap1) на территорию России. Точность карт оценивалась по величине «условной каппы» (κ_i) – см. [Rosenfield и Fitzpatrick-Lins, 1986].

3. Результаты и обсуждение

Результаты расчетов эмиссии метана приведены в Таблице 1. Представляется, что значение потока CH_4 со всей территории РФ полученное на основании карт GlobCover и GLWD3, является существенно заниженным. После проверки точности ландшафтных покрытий по космической съемке Landsat и топографическим картам выяснилось, что κ_i для GlobCover, GLWD3 и PeatMap1 составила, соответственно, 0.10, 0.13 и 0.37. Т.е. во всех трех случаях точность карт болот довольно низкая (в первых двух случаях – очень низкая).

Очевидно, что различия в эмиссии (50-90%), рассчитанной для болот РФ по разным картам существенно больше, чем на одной и той же карте по разным моделям (20-30%). Отсюда, по-видимому, можно сделать вывод о том, что в настоящее время для уточнения эмиссии CH_4 из болот РФ не столь важно совершенствование моделей, сколь уточнение карт распространения болот.

Таблица 1 – Эмиссия CH_4 болотами РФ (ТгС/год) согласно различным моделям и картам*

Модель	Подзоны таежной зоны Западной Сибири				РОССИЯ
	Северная	Средняя	Южная	Всего	
Bd8	1.00	1.01	1.52	3.53	
МАК	0.58/1.09/1.05	1.38/1.13/1.17	0.71/0.95/0.63	2.66/3.17/2.85	6.11/6.20/9.66
MoTaM	0.62/1.13/1.05	1.37/1.09/1.17	0.69/0.93/0.63	2.68/3.15/2.85	5.88/6.60/11.44
MoTEA	0.57/1.01/1.09	1.37/1.20/1.14	0.65/0.91/0.61	2.59/3.13/2.84	5.12/6.75/13.00
MoTaN	0.66/1.20/0.99	1.36/1.02/1.22	0.69/0.86/0.60	2.72/3.08/2.81	5.36/7.35/13.13
MoTaP	0.75/1.27/1.13	1.33/0.90/1.09	0.58/0.64/0.58	2.67/2.81/2.80	5.35/5.36/10.21

* Расчеты по разным картам представлены в следующем порядке: GlobCover/GLWD3/PeatMap1. Инвентаризация Bd8, основанная на порядка 2000 экспериментальных измерений удельного потока CH_4 , включает в себя собственную цифровую карту болотных ландшафтов (существенно более точную, чем вышеперечисленные), кратко описанную в [Kleptsova et al., 2012]. Принцип построения такой инвентаризации см. в [Glagolev et al., 2011], где описана ее предыдущая версия - Bc8.

Литература

- Глаголев М.В., Филиппов И.В., Клепцова И.Е. Материалы IV международной конференции «Биогеоценология и ландшафтная экология: итоги и перспективы». – Томск: ТГУ. 2012. С. 29-33.
- Наумов А.В. Материалы конференции «География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов: к 100-летию профессора Н.И. Базилевич». – М.: ИГ РАН., 2010. С. 96-99.
- Пузаченко Ю.Г. Материалы конференции «География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов: к 100-летию профессора Н.И. Базилевич». – М.: ИГ РАН., 2010. С. 100-113.
- Glagolev M., Kleptsova I., Filippov I., Maksyutov S., Machida T. Regional methane emission from West Siberia mire landscapes // Environ. Res. Lett. - 2011. - V. 6. N. 4. 045214. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045214.
- Kleptsova I., Glagolev M., Lapshina E., Maksyutov S. 1st International Conference “Global Warming and the Human-Nature Dimension in Siberia: Social Adaptation to the Changes of the Terrestrial Ecosystem, with an Emphasis on Water Environments” (7-9 March 2012, Kyoto, Japan). - 2012. - P. 38-41. URL (дата обращения 08.11.2012): http://www.chikyu.ac.jp/siberia/2012_Siberia_International_workshop@RIHN1.pdf.
- Rosenfield G.H., Fitzpatrick-Lins K. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy // Photogramm. Eng. Remote Sensing - 1986. - V. 52 P. 223-227.