

## Пространственная и временная изменчивость концентрации $\text{CO}_2$ и $\text{CH}_4$ в приземном слое воздуха на территории Западной Сибири

М.Ю. Аршинов<sup>1</sup>, Б.Д. Белан<sup>1,2</sup>, Д.К. Давыдов<sup>1</sup>, Г. Иноуйе<sup>3</sup>, О.А. Краснов<sup>1</sup>, Ш. Максюттов<sup>3</sup>, Т. Мачида<sup>3</sup>, А.В. Фофонов<sup>1</sup>, К. Шимояма<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН  
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, Россия

<sup>3</sup>National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan

Поступила в редакцию 10.08.2008 г.

Проводится исследование суточного и годового ходов концентрации углекислого газа  $\text{CO}_2$  и метана  $\text{CH}_4$ , их пространственного распределения по данным сети постов, созданных на территории Западной Сибири. В течение всего года сохраняется градиент концентрации  $\text{CO}_2$  между северными и южными районами. Суточный ход концентрации метана большую часть времени остается нейтральным, и только в конце весны — начале лета в нем появляется значимая амплитуда. Годовой ход концентрации  $\text{CO}_2$  имеет максимум в декабре, в марте она начинает уменьшаться, достигая минимума в июле—августе. Метан в годовом ходе в центральном районе территории имеет два максимума (в июле и в декабре—январе) и два минимума (в апреле—мае и в октябре). Наибольшая межгодовая изменчивость концентрации метана фиксируется во время основного и вторичного максимумов.

*Ключевые слова:* амплитуда, годовой, суточный ход, концентрация, углекислый газ, метан, пост.

### Введение

Исследование поведения парниковых газов в атмосфере является основополагающей частью в предсказании глобальных изменений климата Земли. В связи с этим особую важность приобретает изучение распределений источников (стоков) малых газовых составляющих приземной атмосферы по регионам планеты [1]. Россия обладает огромными массивами ненарушенных или слабо нарушенных экосистем, которые занимают 65% территории страны, и представляет собой «белое пятно» в научных исследованиях, так как данных измерений парниковых газов на ее территории практически нет.

Хорошо известно, что концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в атмосфере, помимо межгодового тренда, подвержены сезонным изменениям. На их глобальное содержание накладываются короткие временные флуктуации, отражающие присутствие региональных источников и стоков [2–5]. Анализ пространственного распределения позволяет выявить эту составляющую

и оценить вклад отдельных территорий в углеродный цикл. На основании измеренных концентраций уточняются многочисленные модели атмосферного переноса, прогнозирующие развитие ситуации с парниковыми газами по тому или иному сценарию [6–8].

Для восполнения пробела в данных о концентрации парниковых газов в России в рамках Международной геосферно-биосферной программы был организован Российско-японский проект «Башни» (TOWERS). По этому проекту на территории Западной Сибири развернута сеть пунктов измерения  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , функционирующих в автономном режиме. Описание этой сети имеется в [9], особенности измерений и калибровки изложены в [10].

Для размещения газоанализаторов и метеорологических датчиков использовались радиорелейные мачты, находящиеся в разных частях Западной Сибири. Контрольное оборудование устанавливалось в контейнере у основания мачты. В контейнере поддерживаются оптимальные климатические параметры для работы газоанализаторов.

Работа по созданию сети начата в 2001 г. В июне 2008 г. был установлен последний пост в д. Ваганово Челябинской обл. В связи с тем что ряды измерений на каждом из постов различны (на одних 5–6 лет, на других 1–2 года и менее), в настоящей статье приводятся данные мониторинга парниковых

\* Михаил Юрьевич Аршинов (michael@iao.ru); Борис Денисович Белан (bbd@iao.ru); Денис Константинович Давыдов; Ген Иноуйе; Олег А. Краснов; Шамиль Максюттов; Тошинбу Мачида; Александр Владимирович Фофонов; Ко Шимояма.

газов по 6 пунктам, которые дают первое представление о пространственном распределении и временной динамике  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в приземном слое воздуха Западной Сибири.

## Описание измерительных постов

В октябре 2001 г. был смонтирован первый измерительный комплекс вблизи д. Березоречка Томской обл. Мачта, оснащенная исследовательским оборудованием, была установлена внутри большого лесного массива на удалении 60 км от г. Томска (координаты поста  $56^\circ 08'$  с.ш. и  $84^\circ 20'$  в.д.).

В июне 2004 г. был развернут второй измерительный комплекс (пост «Парабель») возле радиорелейной станции Карасево Томской обл., на берегу большого заболоченного озера Круглое (диаметр до 5 км). Координаты поста  $58^\circ 14'$  с.ш. и  $82^\circ 22'$  в.д.

Затем в 2005 г. почти одновременно были запущены три поста: около г. Ноябрьска Ямало-Ненецкого АО (координаты  $63^\circ 26'$  с.ш. и  $76^\circ 46'$  в.д.), в районе п. Демьянское Тюменской обл. ( $59^\circ 47'$  с.ш.,  $70^\circ 52'$  в.д.) и в пгт Игрим Ханты-Мансийского АО ( $63^\circ 11'$  с.ш.,  $64^\circ 25'$  в.д.). Измерительный комплекс, который смонтирован на мачте в 30 км на северо-восток от Ноябрьска, располагается в лесном массиве и в непосредственной близости от линии газопровода. Пост «Демьянское» также расположен в лесном массиве. Комплекс в пгт Игрим (численность населения около 10 тыс. чел.) постоянно испытывает антропогенное воздействие. В 200 м к северо-востоку от места расположения поста находится газовая котельная, высота труб которой сопоставима с высотой мачты, где смонтированы воздухозаборники комплекса. Поэтому при обработке данных необходимо отбрасывать часть значений. Относительно чистый воздух приходит в точку наблюдений с запада (со стороны р. Северная Сосьва).

В декабре 2006 г. был развернут 6-й пост около д. Саввушка Алтайского края. Измерительный комплекс располагается на Кольванской возвышенности в 1 км к югу от деревни. В 500 м к западу проходит трасса Поспелиха — Змеиногорск. Местность (лесостепь) хорошо продувается ветрами. Координаты поста  $51^\circ 20'$  с.ш. и  $82^\circ 07'$  в.д.

Седьмой пост был установлен в 2007 г. в пос. Азов Омской обл.

Каждый пост наблюдения представляет собой стационарную мачту, оснащенную стандартным набором метеорологических датчиков и контейнером с идентичным оборудованием для газоанализа:  $\text{CO}_2$ -анализатором LI-820 (LI-COR, Inc.) и сенсором метана TGS-2611 (Figaro), высокоточными стандартными газовыми смесями с концентрациями  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , близкими к наблюдаемым фоновым значениям. Для исследования вертикальных градиентов отбор проб ведется на двух высотных уровнях, причем нижние воздухозаборники всегда располагаются над верхним срезом окружающей растительности во избежание излишнего влияния подстилающей поверхности.

По системе трубок и переключающих клапанов предварительно осушенный воздух непрерывно по-

дается к газоанализаторам, находящимся в термостабилизированных условиях. Измерения концентраций проводятся ежечасно для каждого из высотных уровней, а 2 раза в сутки производится процедура калибровки по трем газовым стандартам. В целях экономии дорогостоящих «стандартов» осуществляется почасовая подкалибровка по отбираемой на месте газовой смеси с относительно постоянной концентрацией составляющих атмосферы. Управление всеми процессами сбора, обработки и хранения информации осуществляется логгерами типа CR10X (Campbell Scientific Inc.). Кроме измеряемых концентраций, в каждом пункте наблюдений фиксируются основные метеоданные.

По собранной измерительной сетью информации, на основании данных калибровки стандартными газовыми смесями, восстанавливаются фактические концентрации углекислого газа и метана, которые показывают изменения интересующих нас параметров не только во времени, но и в пространстве.

## Результаты измерений и их обсуждение

Поскольку, как уже отмечалось, ряды измерений на всех постах различаются, то анализ временной динамики концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  ограничим рассмотрением суточного и годового ходов. Пространственное распределение приведем по среднемесячным значениям для основных сезонов года.

### Суточный ход

Вначале обратимся к данным, полученным на посту «Парабель», осредненным за 4 года наблюдений (рис. 1). Вертикальные лучи показывают среднеквадратические отклонения, время дано по Гринвичу. Пост «Парабель» выбран потому, что здесь получены наиболее продолжительные ряды непрерывных измерений и находится он в центре рассматриваемой территории. Кроме того, в этом районе отсутствуют какие-либо значимые антропогенные источники.

Из рис. 1 видно, что в январе изменение концентрации  $\text{CO}_2$  не превышает  $1 \text{ млн}^{-1}$  и находится в коридоре естественной изменчивости. В апреле суточная амплитуда составляет  $4 \text{ млн}^{-1}$ , хотя еще не выходит из коридора среднеквадратических отклонений. Наибольший и значимый суточный ход фиксируется в июле, когда его амплитуда достигает  $25 \text{ млн}^{-1}$ . В октябре сохраняется значимый суточный ход, хотя его амплитуда уменьшается до  $5 \text{ млн}^{-1}$ . Такая динамика суточного хода обусловлена жизнедеятельностью растительности и вполне объяснима.

Наличие двух измерительных уровней позволяет также оценить и период, когда в растениях идет фотосинтез и они поглощают для этого углекислый газ. На посту «Парабель» нижний уровень забора воздуха находится на высоте 40 м, верхний — 75 м. Сопоставляя на рис. 1 концентрации на этих высотах, можно оценить период, когда в приземном слое идет сток  $\text{CO}_2$ , а когда его генерация.

В январе с 9 ч утра до 19 ч вечера концентрация  $\text{CO}_2$  на нижнем уровне выше, чем на верхнем. Это говорит о том, что у растений идет процесс дыхания и они выделяют углекислый газ. Ночью процесс дыхания, по-видимому, ослабевает, так как разница почти исчезает.

Поскольку фотосинтез зависит от ритма жизнедеятельности растений и от притока солнечного излучения, то переход от процесса дыхания к фотосинтезу должен зависеть и от времени суток. Из рис. 1 следует, что в апреле фотосинтез начинается в 3 ч и заканчивается в 13 ч, в июле — в 1 ч и заканчивается в 15 ч, в октябре — в 3 ч и в 11 ч соответственно. Таким образом, продолжительность периода, когда сток  $\text{CO}_2$  превышает генерацию, изменяется в течение года.

Поскольку процесс начала и окончания фотосинтеза зависит от продолжительности солнечного сияния, которое в свою очередь определяется широтой места наблюдения, нами составлена таблица для южной, центральной и северной частей территории, в которой для каждого месяца зафиксирован момент начала и окончания стока  $\text{CO}_2$ .

Из таблицы следует, что с ноября по февраль перехода концентрации между уровнями не наблюдается, т.е. заметного стока  $\text{CO}_2$  не происходит. Сток, как это ни странно, начинается в марте над северными широтами, а затем уже охватывает всю территорию. С апреля по октябрь он фиксируется повсеместно. Правда, и продолжительность его различна над разными районами. Вероятно, определенную роль играет не только приход солнечного

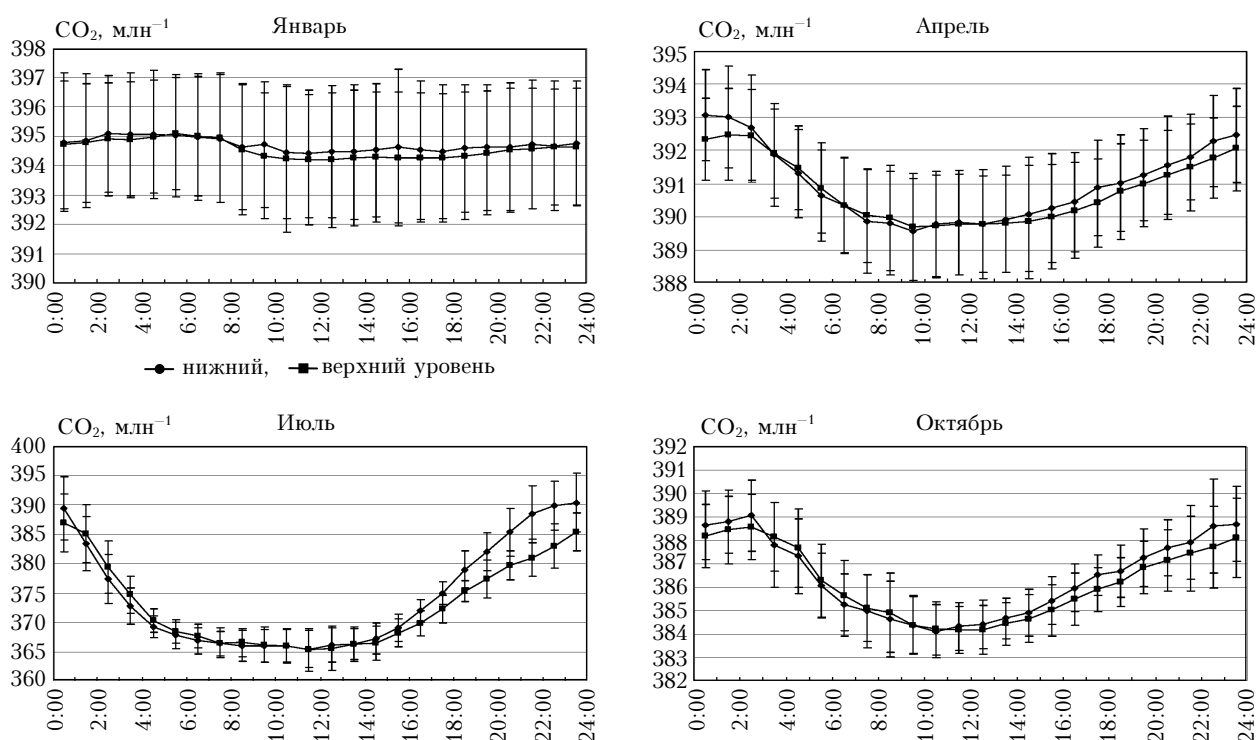


Рис. 1. Среднесуточный многолетний ход концентрации  $\text{CO}_2$  на посту «Парабель» для центральных месяцев сезона (2004–2007 гг.)

Периоды начала и окончания фотосинтеза и его продолжительность, ч

Месяц	Пост								
	«Саввушка»			«Парабель»			«Ноябрьск»		
	Начало	Конец	Продолжительность	Начало	Конец	Продолжительность	Начало	Конец	Продолжительность
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	—	9	17	8
IV	6	10	4	4	15	11	4	16	12
V	2	13	11	2	15	13	2	16	14
VI	1	15	14	1	21	20	1	16	15
VII	3	13	10	3	13	10	2	15	13
VIII	4	12	8	4	13	9	5	15	10
IX	6	11	5	4	12	8	6	13	7
X	6	9	3	6	11	5	6	10	4
XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—

излучения, но и характер имеющейся в данном районе растительности.

Сопоставление суточного хода на всех станциях для центральных месяцев сезона приведено на рис. 2.

Видно, что в январе при нейтральном суточном ходе имеется достаточно большой градиент ( $5\text{--}6\text{ млн}^{-1}$ ) между южными (Саввушка) и северными (Игрим) районами. В апреле наблюдается заметный суточный ход, одинаковый на всех постах, за исключением поста в Ноябрьске. При этом градиент между северными и южными районами уменьшается. Минимальные концентрации углекислого газа фиксируются в Березоречке.

В июле, вследствие хорошего перемешивания воздуха, различия в суточном ходе на большинстве постов нивелируются. Амплитуда суточного хода на них составляет  $15\text{--}20\text{ млн}^{-1}$ . Исключением из общей картины оказывается пост в Березоречке, где амплитуда суточного хода достигает  $50\text{ млн}^{-1}$ . Причем в период интенсивного фотосинтеза концентрация  $\text{CO}_2$  здесь на  $10\text{--}15\text{ млн}^{-1}$  ниже, чем на других постах, а в период дыхания растений она на  $20\text{--}25\text{ млн}^{-1}$  выше. В октябре суточный ход на всех постах сохраняется, хотя его амплитуда уменьшается.

Заметными становятся и различия в суточном ходе в разных регионах. Особенно это касается постов в Саввушке и Ноябрьске. В первом пункте, возможно, сказывается лесостепная зона: лесной растительности мало, а у травянистой закончился период вегетации. В северных районах в это время уже ложится снег.

Представляется интересным рассмотреть межгодовую изменчивость концентрации  $\text{CO}_2$  в разные сезоны, учитывая общую тенденцию его увеличения на планете [11, 12]. Для этого обратимся к данным поста «Парабель», приведенным на рис. 3.

Так, январе минимальные концентрации  $\text{CO}_2$  фиксировались в 2005 и 2007 гг. Максимальная наблюдалась в 2006 г. Апрель демонстрирует рост содержания  $\text{CO}_2$  от 2005 к 2007 г. Сложнее распределение по годам в июле и октябре. Минимальные концентрации в эти сезоны наблюдались в 2005 г., максимальные в 2007 г., а 2004 г. оказался по содержанию  $\text{CO}_2$  ближе к 2007 г. Пока сложно интерпретировать такое поведение  $\text{CO}_2$ . Необходимо проанализировать состояние растительности и климатические характеристики, прежде чем делать окончательные выводы.

Суточный ход концентрации метана можно проследить по данным, полученным на посту «Парабель» (рис. 4).

Значимый суточный ход концентрации метана, выходящий из коридора среднеквадратических отклонений, наблюдается только в апреле и июле. В январе он скорее нейтральный. В октябре (несмотря на минимум в светлое время суток) он не выходит за пределы естественной изменчивости. Обращает на себя внимание тот факт, что перехода концентрации между уровнями, подобно углекислому газу, не наблюдается. Следовательно, источник метана находится внизу и он постоянно действующий.

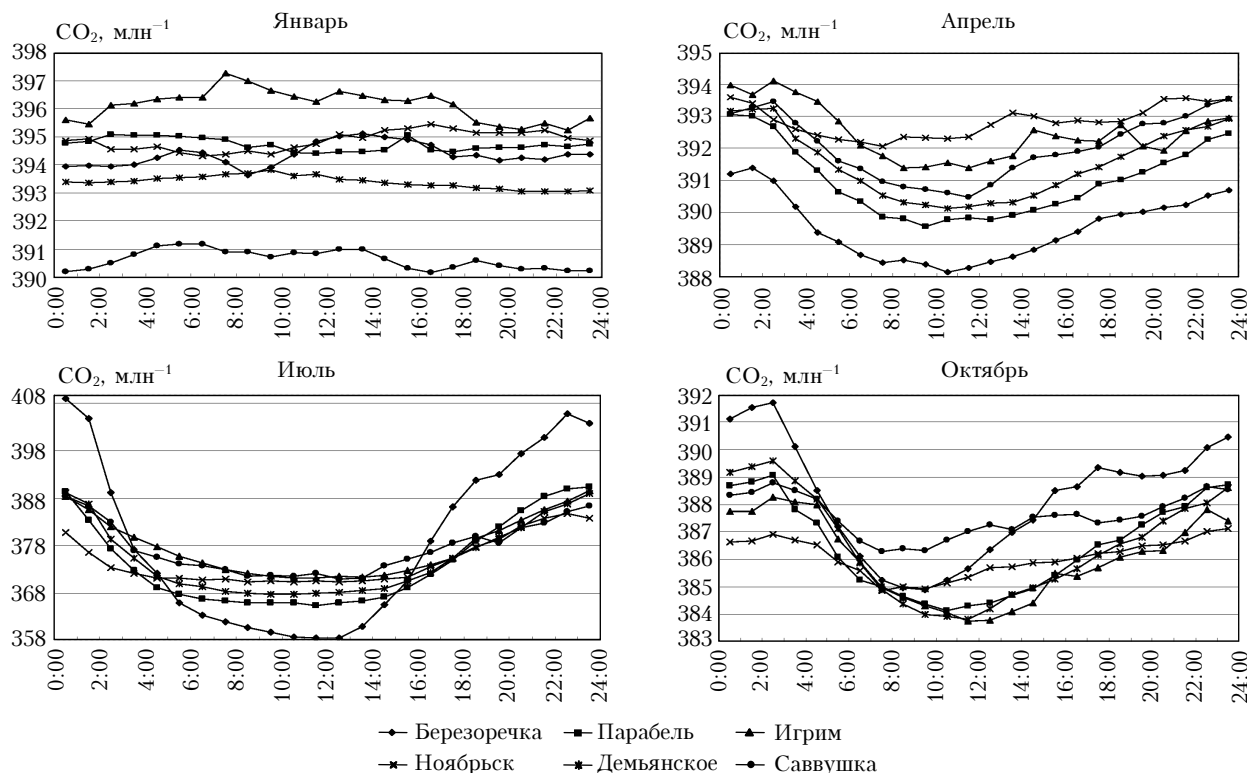


Рис. 2. Среднесуточный многолетний ход концентрации  $\text{CO}_2$  на всех постах Западной Сибири для центральных месяцев сезона

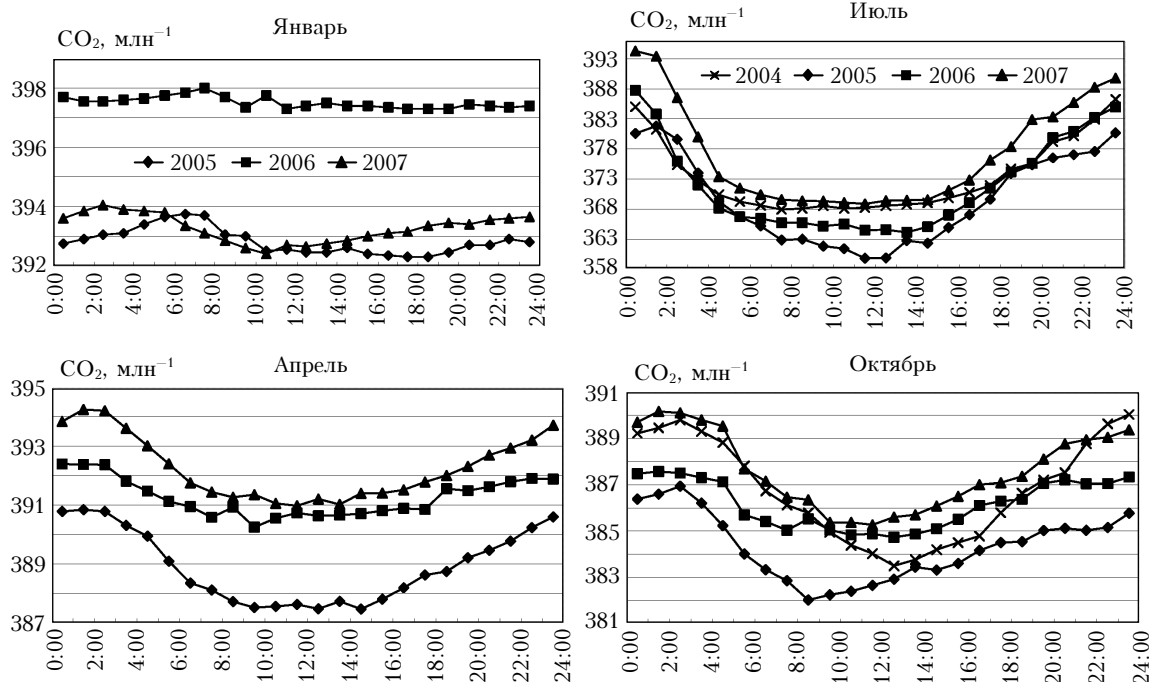


Рис. 3. Среднесуточный ход концентрации  $\text{CO}_2$  на посту «Парабель» для центральных месяцев сезона в разные годы

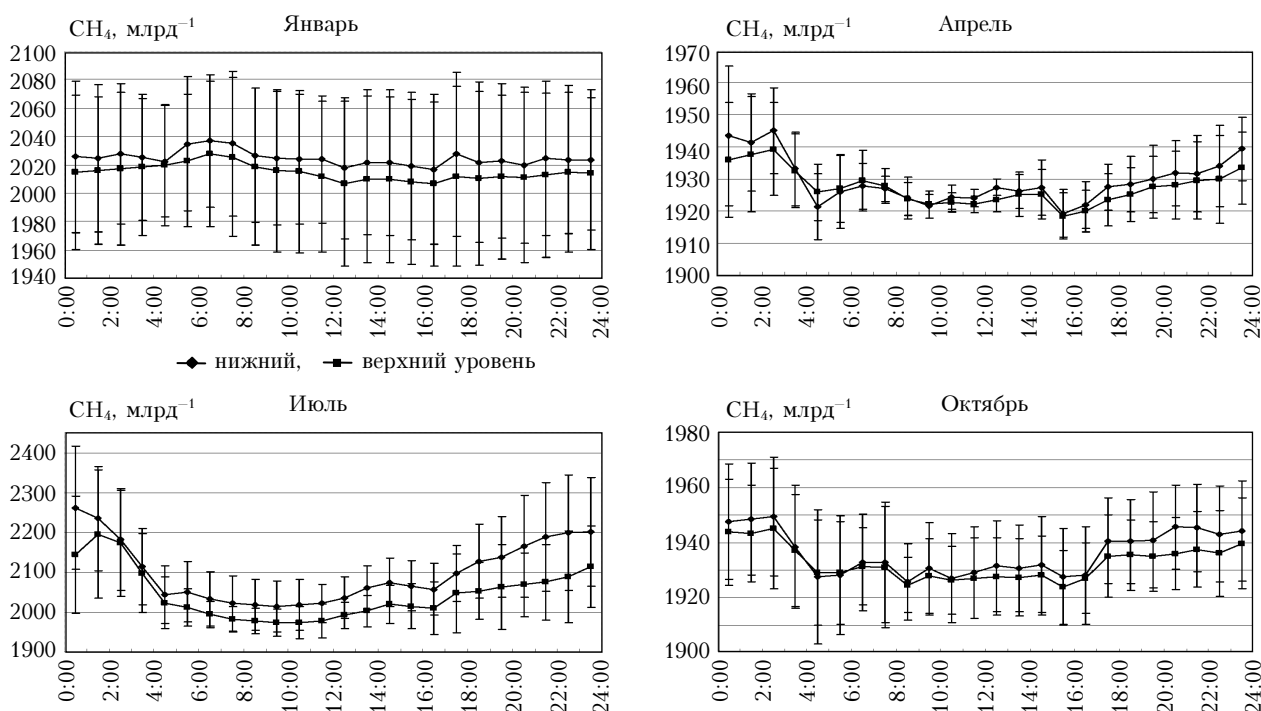


Рис. 4. Среднесуточный многолетний ход концентрации  $\text{CH}_4$  на посту «Парабель» для центральных месяцев сезона (2004–2007 гг.)

Как ведет себя метан в приземном слое других районов Западной Сибири, можно видеть из рис. 5.

В январе на всех постах региона наблюдается нейтральный ход концентрации метана. При этом градиент концентрации между южными и северными территориями колеблется от 100 до 140 млрд<sup>-1</sup>. В апреле слабый суточный ход наблюдается над

северными районами (Игрим, Ноябрьск) и сохраняется нейтральным над центральными и южными. При этом разница в концентрациях между севером и югом сохраняется. Для июля характерно увеличение амплитуды суточного хода в отдельных северных и центральном районах. В Ноябрьске и на южных постах (Березоречка и Саввушка) суточный

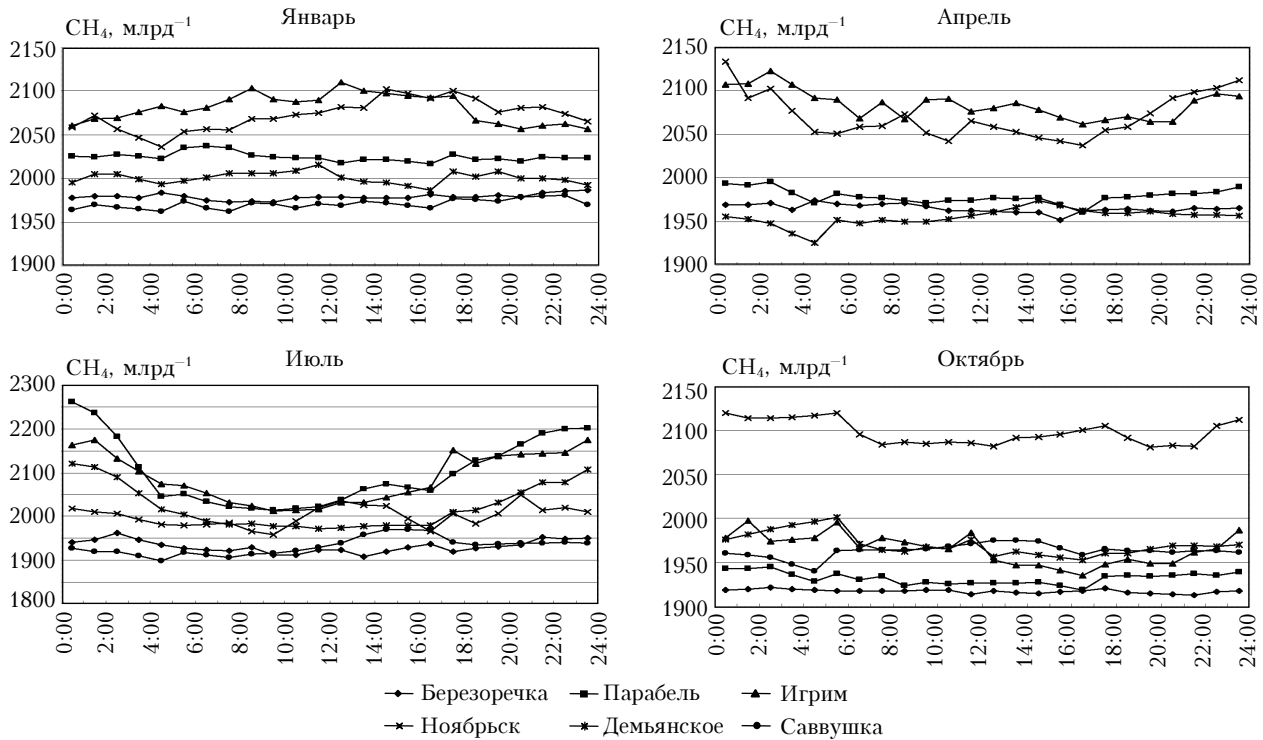


Рис. 5. Среднесуточный многолетний ход концентрации  $\text{CH}_4$  на всех постах Западной Сибири для центральных месяцев сезона

ход остается нейтральным. При этом разница между районами достигает  $340 \text{ млрд}^{-1}$  в ночное время и уменьшается до  $120 \text{ млрд}^{-1}$  в дневное. В октябре на большинстве постов устанавливается нейтральный суточный ход с небольшой ( $< 100 \text{ млрд}^{-1}$ ) разницей между ними. Исключение составляет пост в Ноябрьске, на котором концентрация максимальна, а различие с ближайшим постом превышает  $100 \text{ млрд}^{-1}$ .

Таким образом, можно отметить, что в суточном ходе углекислый газ и метан на территории Западной Сибири ведут себя по-разному. Это, по-видимому, связано с разной природой источников этих газов.

### Годовой ход

Анализ годового хода концентрации углекислого газа проводился по той же схеме, что и анализ суточного хода.

Средний многолетний годовой ход концентрации  $\text{CO}_2$ , полученный на посту «Парабель», имеет ярко выраженную значимую периодичность с максимумом концентрации в декабре, когда вегетационная активность минимальна, и с минимумом в июле–августе, когда она достигает своей максимальной величины (рис. 6). Видно, что концентрация углекислого газа начинает уменьшаться уже в марте, а с мая по июль этот процесс проходит очень интенсивно. Очевидно, что в июле–августе скорости генерации и стока  $\text{CO}_2$  соизмеримы. С сентября по декабрь величина стока меньше, чем скорость эмиссии.

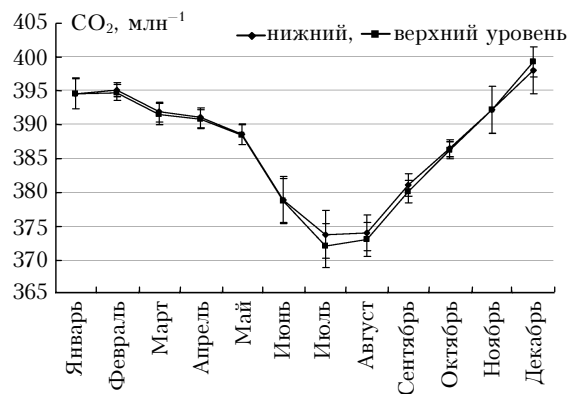


Рис. 6. Средний многолетний годовой ход концентрации  $\text{CO}_2$  на посту «Парабель»

Данные по двум высотам (см. рис. 6) показывают, что в отличие от суточного хода различия в концентрациях между ними значительно ниже и сопоставимы с погрешностью измерений. Среднегодовая амплитуда на этом посту, в зависимости от уровня, составляет  $22\text{--}24 \text{ млн}^{-1}$ .

Выявленные для одного поста закономерности характерны и для всех других постов Западной Сибири (рис. 7).

Очевидно, что годовые ходы  $\text{CO}_2$  на всех постах подобны и разница в концентрациях значительную часть года не превышает  $5 \text{ млн}^{-1}$ . Различия увеличиваются только вблизи точек перегиба: максимума и минимума. Это, на наш взгляд, свидетельствует о том, что долгопериодные изменения

мощности источников и стоков в разных регионах территории Западной Сибири соизмеримы, чего нельзя сказать о короткопериодных изменениях концентрации углекислого газа.

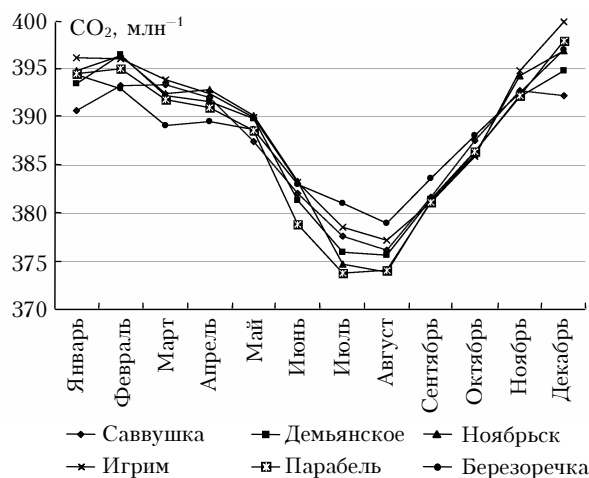


Рис. 7. Средний многолетний годовой ход концентрации CO<sub>2</sub> на всех постах

Далее рассмотрим годовой ход метана (пост «Парабель») (рис. 8).

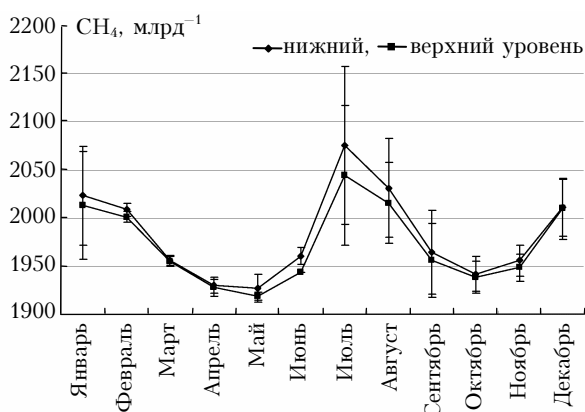


Рис. 8. Средний многолетний годовой ход концентрации CH<sub>4</sub> на посту «Парабель»

В отличие от углекислого газа метан в годовом ходе имеет два максимума и два минимума. Максимумы наблюдаются в июле и декабре–январе, минимумы – в апреле–мае и в октябре. Учитывая особенности образования и стока метана в природных условиях и тот факт, что он может генерироваться анаэробными бактериями в почве и выделяться с поверхности болот [13–15], можно предположить, что зимний максимум обусловлен деятельностью бактерий, а летний – особенностями болотных систем.

На территории Западной Сибири картина в годовом ходе концентрации метана имеет более пестрый вид (рис. 9).

В северных районах основной максимум наблюдается зимой и сдвинут по отношению к центральным районам на февраль. Над южными районами летний максимум не столь интенсивен и сдвинут на август. Амплитуда годового хода в северных рай-

онах превышает 200 млрд<sup>-1</sup>, в южных составляет в среднем 100–120 млрд<sup>-1</sup>. По-видимому, такая пестрота отражает наличие крупных болотных систем вблизи северных постов наблюдений. Максимальные различия между постами изменяются в течение года от 100 до 250 млрд<sup>-1</sup>.

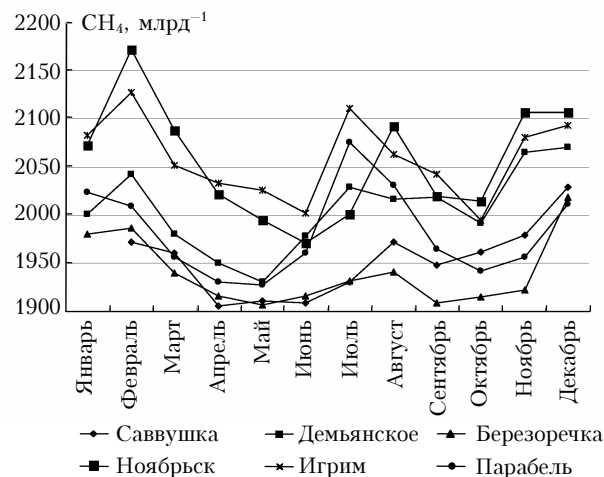


Рис. 9. Средний многолетний годовой ход концентрации CH<sub>4</sub> на всех постах

В конце раздела остановимся на межгодовой изменчивости концентрации метана (пост «Парабель»).

Из рис. 10 следует, что в переходные (между максимумом и минимумом) периоды концентрация метана от года к году почти не изменяется. Наибольшая межгодовая изменчивость фиксируется во время основного и вторичного максимумов и достигает 150 млрд<sup>-1</sup>. С чем это связано, пока трудно сказать. Данные рис. 10 показывают, что в летний максимум наибольшие значения фиксировались в 2007 г., в зимний – в 2004 или 2006 гг.

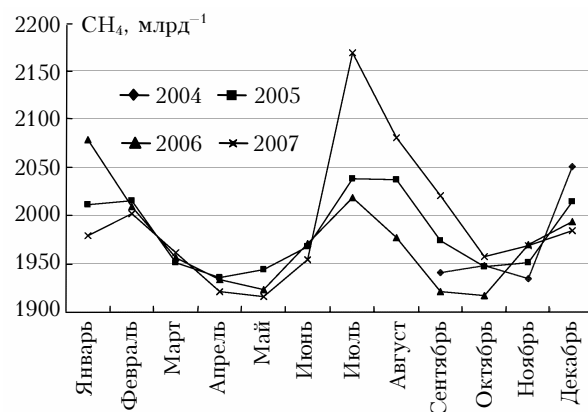


Рис. 10. Годовой ход концентрации CH<sub>4</sub> на посту «Парабель» для разных лет

## Пространственное распределение CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> на территории Западной Сибири

Наличие распределенной сети постов, которые работают в мониторинговом режиме, позволяет не

только исследовать временную динамику  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  на каждом из них или определять пространственные различия концентраций путем сопоставления,

но и строить карты распределения для разных моментов времени. Образцы таких карт приведены на рис. 11.

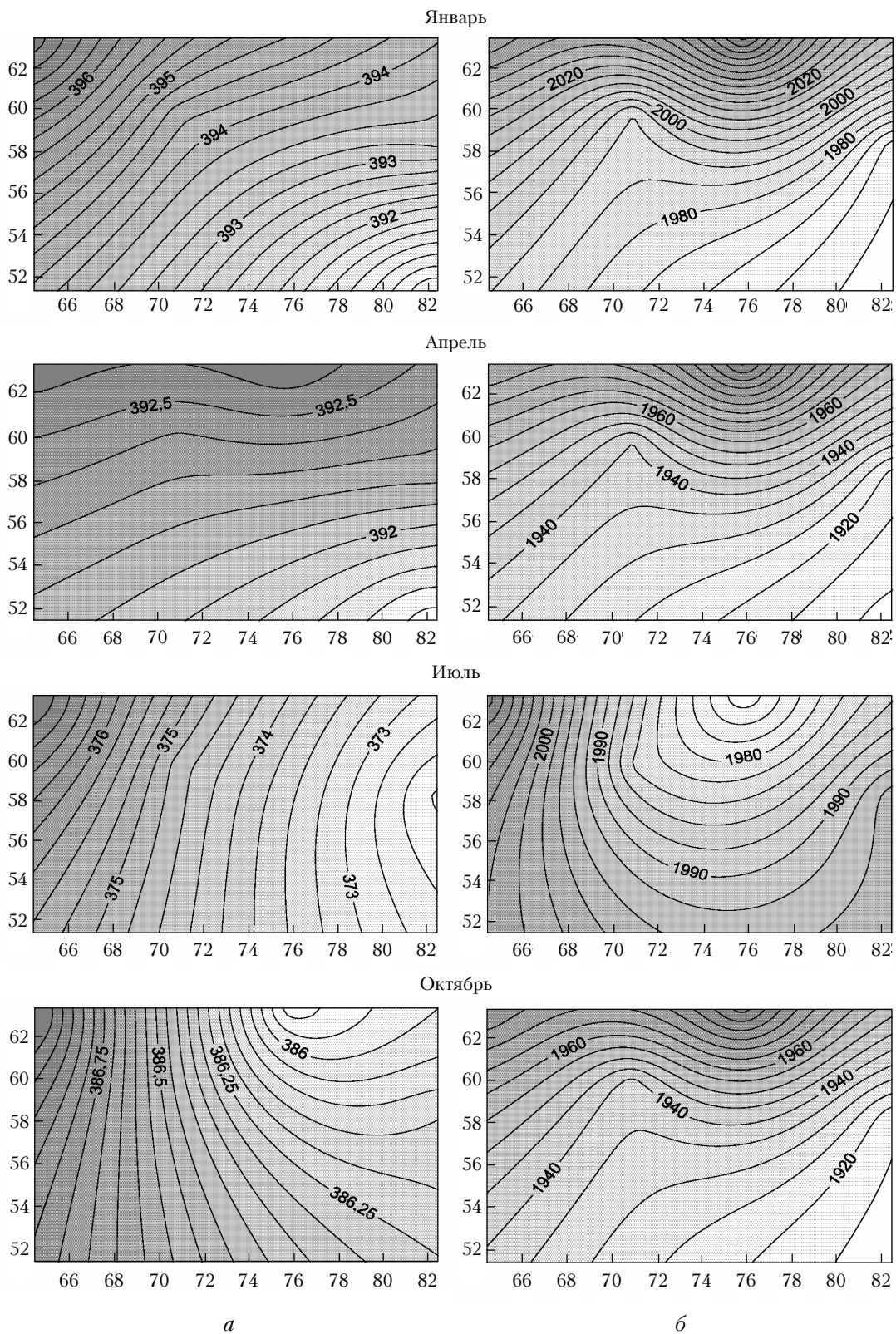


Рис. 11. Распределение концентрации  $\text{CO}_2$ ,  $\text{млн}^{-1}$  (а) и  $\text{CH}_4$ ,  $\text{млрд}^{-1}$  (б) на территории Западной Сибири для центральных месяцев сезона



Видно, что от месяца к месяцу изменяется распределение как  $\text{CO}_2$ , так и  $\text{CH}_4$ . Причем изменения эти значительные. Отметим, что пока нет однозначности и в градиентах концентраций. По крайней мере, нет четкой зональности. Вернемся к построению подобных карт после сбора информации на постах в пос. Азово Омской обл. и д. Ваганово Челябинской обл., которые позволяют существенно уточнить юго-западный сектор карты.

### Заключение

Анализ суточного хода концентрации углекислого газа показал, что на территории Западной Сибири максимальная его амплитуда наблюдается в июле, а в январе он нейтрален. Период усвоения  $\text{CO}_2$  растительностью начинается в апреле и заканчивается в октябре. Наибольший период усвоения в течение суток приходится на май–июнь. В течение всего года сохраняется градиент концентрации между северными и южными районами региона.

Суточный ход концентрации метана значительную часть времени остается нейтральным и только в конце весны — начале лета появляется значимый выраженный ход. На территории Западной Сибири имеется направленный с юга на север градиент концентрации метана. Разница в среднем составляет  $100 \text{ млрд}^{-1}$ , достигая в отдельные периоды суток  $340 \text{ млрд}^{-1}$ .

Годовой ход концентрации углекислого газа имеет выраженный и значимый характер с максимумом в декабре, когда вегетационная активность минимальна, и с минимумом в июле–августе, когда она достигает своего максимального значения. Концентрация  $\text{CO}_2$  начинает уменьшаться в марте, с мая по июль этот процесс проходит очень интенсивно. С сентября по декабрь величина стока меньше, чем скорость эмиссии.

В отличие от углекислого газа, метан в годовом ходе в центральном районе территории имеет два максимума и два минимума. Максимумы наблюдаются в июле и в декабре–январе, минимумы — в апреле–мае и в октябре. В северных районах основной максимум наблюдается зимой и сдвинут по отношению к центральному району на февраль. Над южными районами летний максимум не столь интенсивен и сдвинут на август. Амплитуда годового хода концентрации в северных районах превышает  $200 \text{ млрд}^{-1}$ , в южных составляет  $100\text{--}120 \text{ млрд}^{-1}$ . На территории Западной Сибири имеется направленный с юга на север градиент концентрации метана. Разница в среднем составляет  $100 \text{ млрд}^{-1}$ , достигая в отдельные периоды года  $240 \text{ млрд}^{-1}$ . Наибольшая межгодовая изменчивость фиксируется во время основного и вторичного максимумов и достигает  $150 \text{ млрд}^{-1}$ .

Работа выполнена при поддержке программы № 16 Президиума РАН, программ № 9 и 11 Отделения наук о Земле РАН, грантов РФФИ № 07-05-00645, 08-05-10033, 08-05-92499, проектов МНТЦ № 3032 и 3275.

1. *Apadula F., Gotti A., Pigini A., Longhettob A., Rocchettia F., Cassardob C., Ferrareseb S., Forza R.* Localization of source and sink regions of carbon dioxide through the method of the synoptic air trajectory statistics // *Atmos. Environ.* 2003. V. 37. N 27. P. 3757–3770.
2. *Lagergren F., Lindroth A., Dellwik E., Ibrom A., Lankreijer H., Launiainen S., Molder M., Kolari P., Pilegaard K., Vesalo T.* Biophysical controls on  $\text{CO}_2$  fluxes of three Northern forests based on long-term eddy covariance data // *Tellus.* 2008. V. 60B. N 2. P. 143–152.
3. *Selberg A., Enkeli D., Matakova M., Tenno T.* Manometric study of  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{S}$  emission from aqueous solutions and wastewater // *Atmos. Environ.* 2007. V. 41. N 39. P. 8995–9001.
4. *Kowalski A.S., Serrano-Ortiz P.* On the relationship between the eddy covariance, the turbulent flux, and surface exchange for a trace gas such as  $\text{CO}_2$  // *Boundary-Layer Meteorol.* 2007. V. 124. N 2. P. 129–141.
5. *Nilsson S., Shvidenko A., Jonas M., McCallum I., Thomson A., Balzter H.* Uncertainties of a Regional Terrestrial Biota Full Carbon Account: A Systems Analysis // *Water Air and Soil Pollut.* 2007. V. 7. N 4–5. P. 425–441.
6. *Елисеев А.В., Мохов И.И., Аржанов М.М., Демченко П.Ф., Денисов С.Н.* Взаимодействие метанового цикла и процессов в болотных экосистемах в климатической модели промежуточной сложности // *Изв. РАН. Физ. атмосфер. и океана.* 2008. Т. 44. № 2. С. 147–162.
7. *Володин Е.М.* Цикл метана в модели климата ИВМ РАН // *Изв. РАН. Физ. атмосфер. и океана.* 2008. Т. 44. № 2. С. 163–170.
8. *Грaбар В.А., Гитарский М.Л.* Оценка депонирования атмосферного углерода в лесной продукции // *Метеорол. и гидрол.* 2008. № 4. С. 23–29.
9. *Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Давыдов Д.К., Иноуи Г., Краснов О.А., Мачида Т., Максюттов Ш., Недэлэк Ф., Рамонет М., Сиас Ф., Толмачев Г.Н., Фофанов А.В.* Организация мониторинга парниковых и окисляющих атмосферу компонент над территорией Сибири и некоторые его результаты. 1. Газовый состав // *Оптика атмосфер. и океана.* 2006. Т. 19. № 11. С. 948–955.
10. *Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Давыдов Д.К., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Пестунов Д.А., Покровский Е.В., Толмачев Г.Н., Фофанов А.В.* Посты для мониторинга парниковых и окисляющих атмосферу газов // *Оптика атмосфер. и океана.* 2007. Т. 20. № 1. С. 53–61.
11. *Alexandrov G.A., Heimann M., Jones C.D., Tans P.* On 50<sup>th</sup> Anniversary on the Global Carbon Dioxide Record // *Carbon Balance and Management.* 2007. V. 2. N 11. 4 p.
12. *Peters G.P., Hertwich E.G.* Post-Kyoto greenhouse gas inventories: production versus consumption // *Climate Change.* 2008. V. 86. N 1–2. P. 51–66.
13. *Enhalt D.H.* The atmospheric cycle of methane // *Tellus.* 1974. V. 26. N 1–2. P. 58–70.
14. *Заварзин Г.А.* Микробный цикл метана в холодных условиях // *Природа.* 1995. № 6. С. 3–14.
15. *Khalil M.A.K., Rasmussen R.A.* Sources, sink and seasonal cycles of atmospheric methane // *J. Geophys. Res.* 1983. V. 88. N 9. P. 5131–5144.

*M.Yu. Arshinov, B.D. Belan, D.K. Davydov, G. Inoue, O.A. Krasnov, Sh. Maksyutov, T. Machida, A.V. Fofonov, K. Shimoyama.* **Spatio-temporal variability of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentration in the surface atmospheric layer over West Siberia.**

In this paper the results of the study of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> spatial distribution over West Siberia, diurnal and annual behavior of their concentrations are presented. This study is based on the data of monitoring network established in recent years. Concentration gradient between northern and southern regions keeps during the whole year. Diurnal behavior of the CH<sub>4</sub> mixing ratio is mainly neutral during the year except for the late spring - early summer, when significant amplitude is observed. Carbon dioxide concentration has a pronounced annual behavior with a maximum in December and a minimum in July–August. Two maxima and two minima in the annual behavior of CH<sub>4</sub> concentration are observed in the center of the region under study (maxima: July and December–January; minima: April–May and October). The most interannual variability is observed during main and secondary maxima.