

Временная изменчивость концентрации парниковых газов в атмосфере над среднетаежными экосистемами Сибири по данным 5-летних наблюдений на обсерватории “ZOTTO”

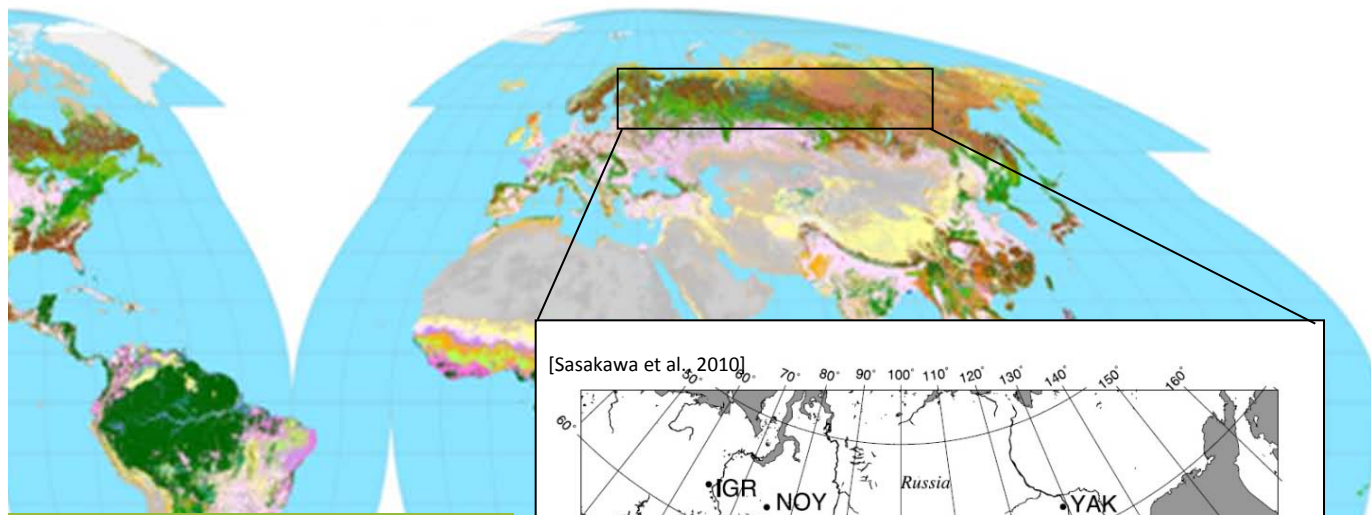
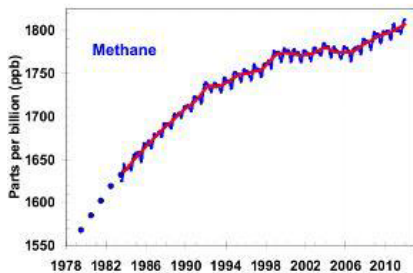
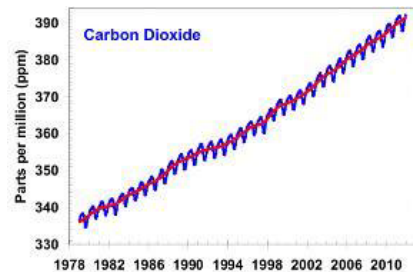
Тимохина А.В.¹, Прокушкин А.С.¹, Панов А.В.¹, Онучин А.А.¹, Хайманн М.²



¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, ул. Академгородок 50/28,
г. Красноярск, Россия



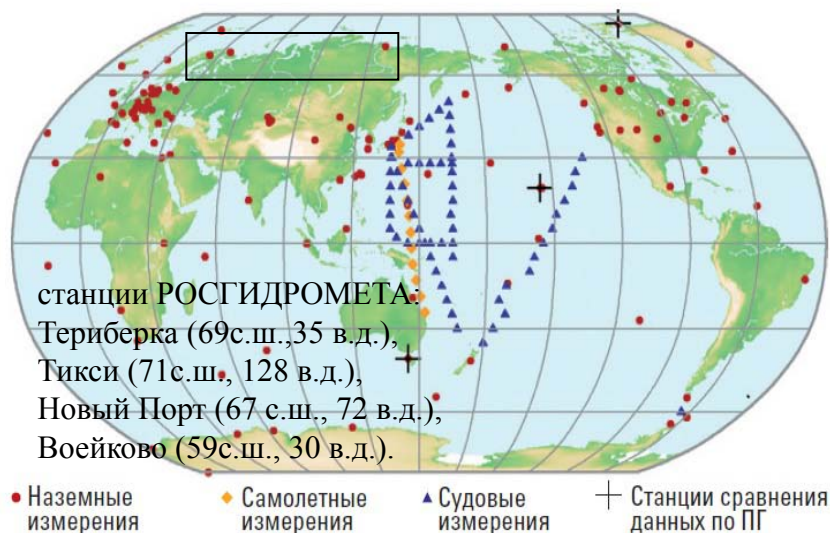
²Институт биогеохимии им. Макса Планка, 07745, ул. Ганса Кнолля 10,
г. Йена, Германия



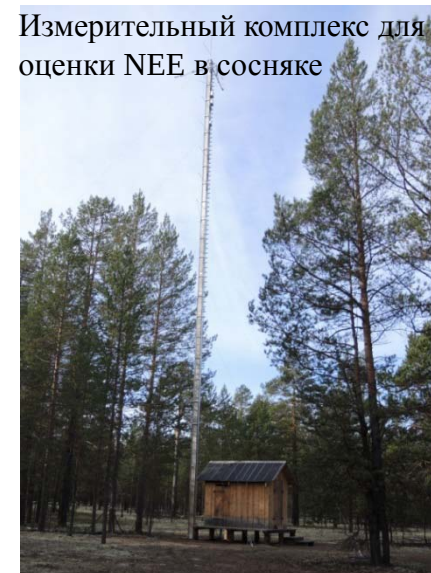
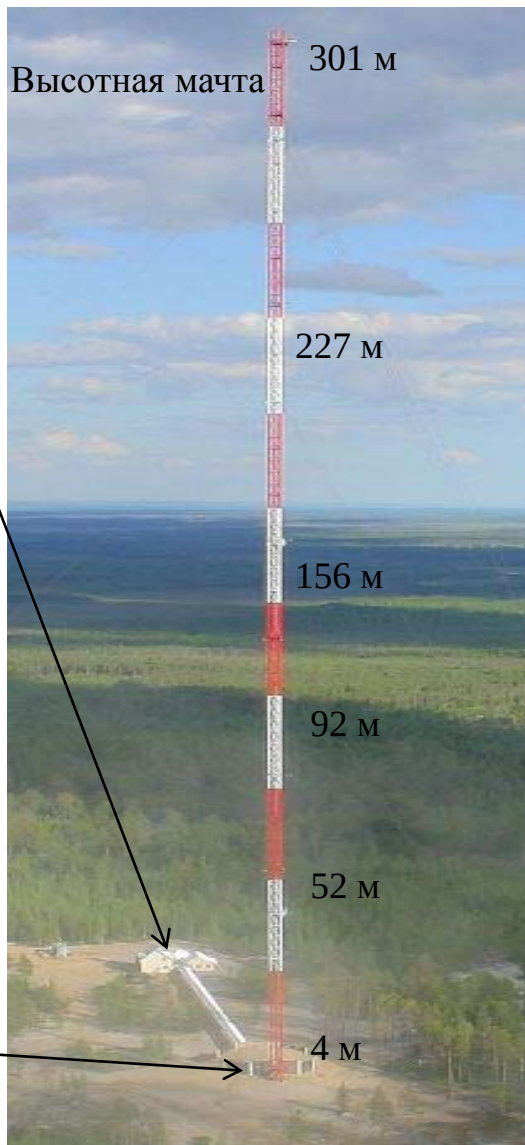
[Sasakawa et al., 2010]



Сеть JR-STATION



Значительная часть Северной Евразии попрежнему малоизучена с точки зрения пространственного и временного изменения концентрации CO_2 и CH_4 в атмосфере.



Обсерватория ZOTTO (**Z**otino **T**all **T**ower **O**bservatory)

Красноярский край, 60°48' с.ш., 89°21' в.д., 114 м. над ур.м.

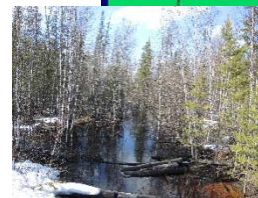
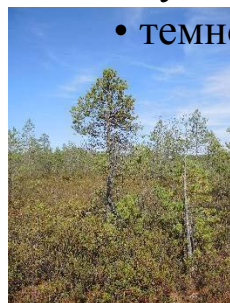
Климатическая характеристика района

Средняя годовая температура воздуха, С°	-3.8
Годовое количество осадков, мм	536
Вегетационный сезон >10 С° (дней) > 0 С° (дней)	91 173
Снежный период (дней)	207



Растительный покров района исследований образован:

- обводненными болотами и озерами;
- бруснично-лишайниковыми сосняками;
- заболоченными и болотными олиготрофными сосняками;
- зеленомошными сосняками;
- кустарничково-сфагновыми сосняками;
- темнохвойными насаждениями.

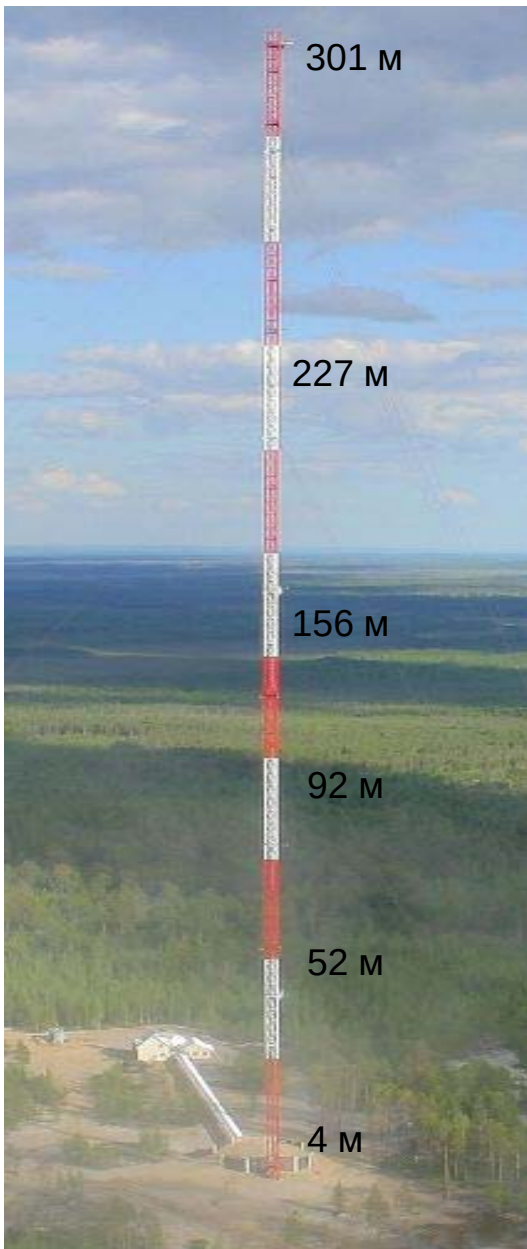


Забор образцов воздуха осуществляется с частотой 30 секунд, с интервалом в 15 мин на 6 уровнях мачты (4, 52, 92, 156, 227, 301 м);



Стальные буферы (8 л.) позволяет проводить измерения концентрации CO_2 и CH_4 на шести уровнях мачты в квазинепрерывном режиме с использованием только одного газоанализатора;

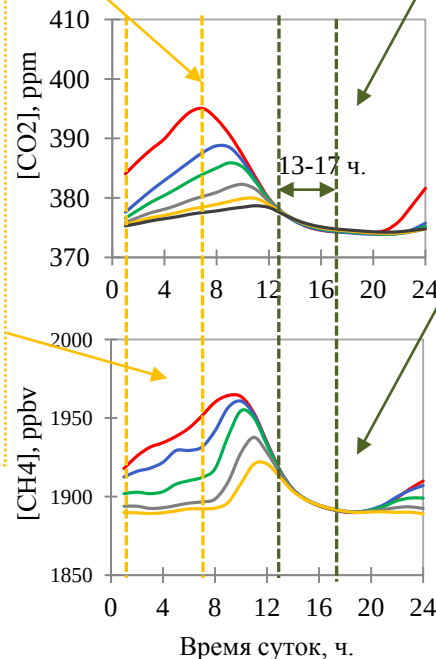
Измерение концентрации CO_2 и CH_4 в образцах воздуха проводится газоанализатором EnviroSense 3000I Multi-Species Atmospheric Monitor (Picarro, USA).



ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ И ГОДОВОЙ ДИНАМИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ CO_2 и CH_4

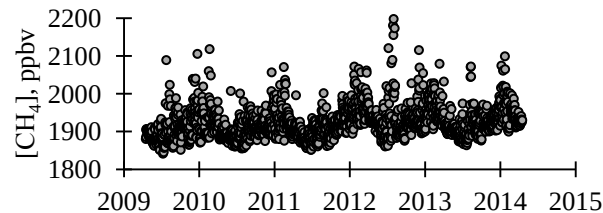
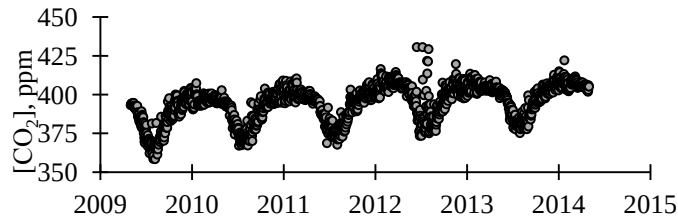
Анализ осуществлялся используя дневные измерения с 13:00 ч. до 17:00 ч. местного времени.

Исключение завышения средних значений концентраций исследуемых газов при их накоплении (ночное дыхание растительного покрова и эмиссия CH_4 из болотных экосистем) в приземном воздухе при температурной инверсии.

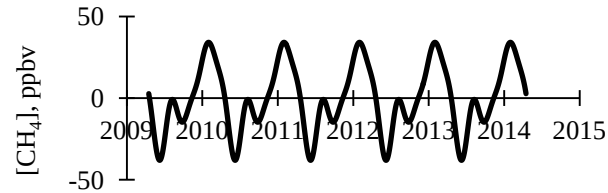
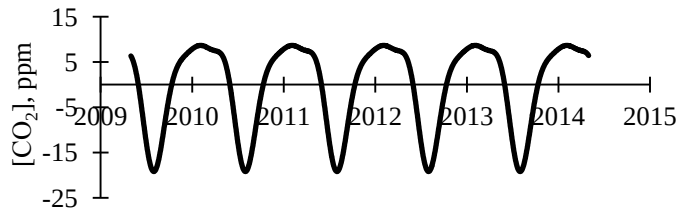


Период полного перемешивания воздуха во всей толще приземной атмосферы (вертикальный градиент концентрации CO_2 и CH_4 по высотному профилю близок к 0).
Максимальная репрезентативность получаемых значений концентрации CO_2 и CH_4

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ и CH₄

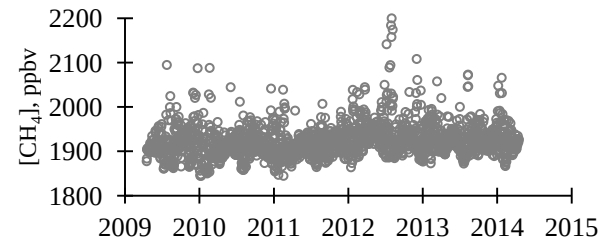
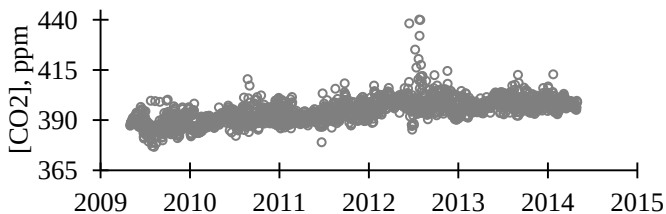


Исходный ряд
(дневные средние)

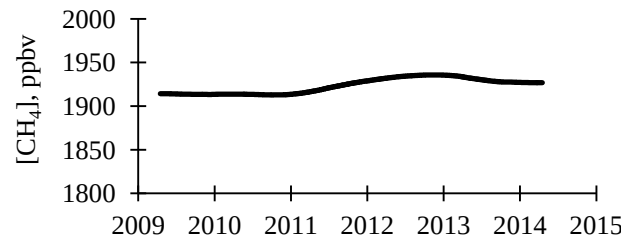
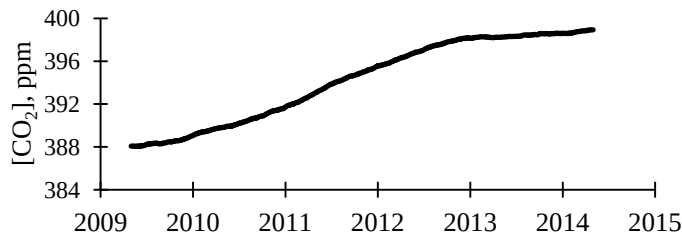


Сезонность
сумма 4 гармоник:

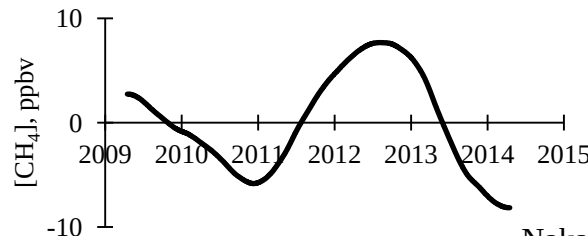
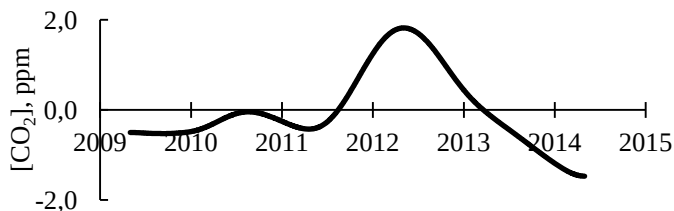
$$\sum_{n=1}^4 (b_n \sin(\frac{2\pi}{365} nx) + c_n \cdot \cos(\frac{2\pi}{365} nx))$$



Остатки = исходный ряд минус
сезонность



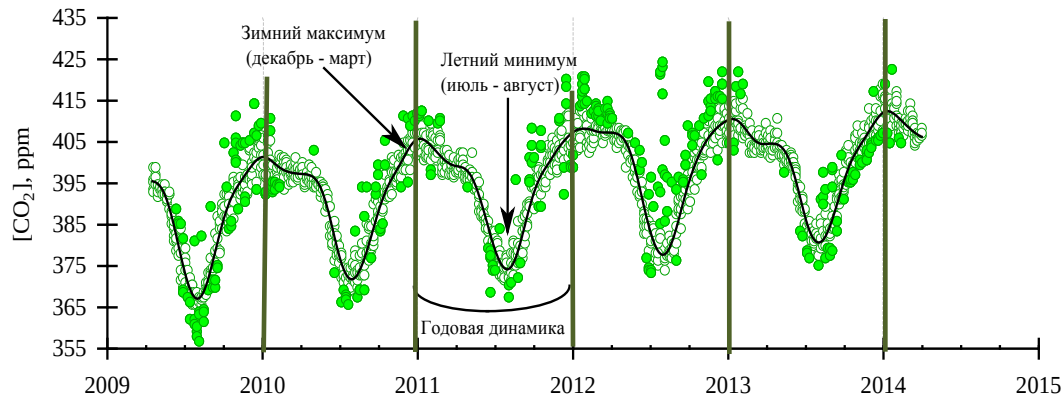
Долговременная тенденция



Ежегодный прирост

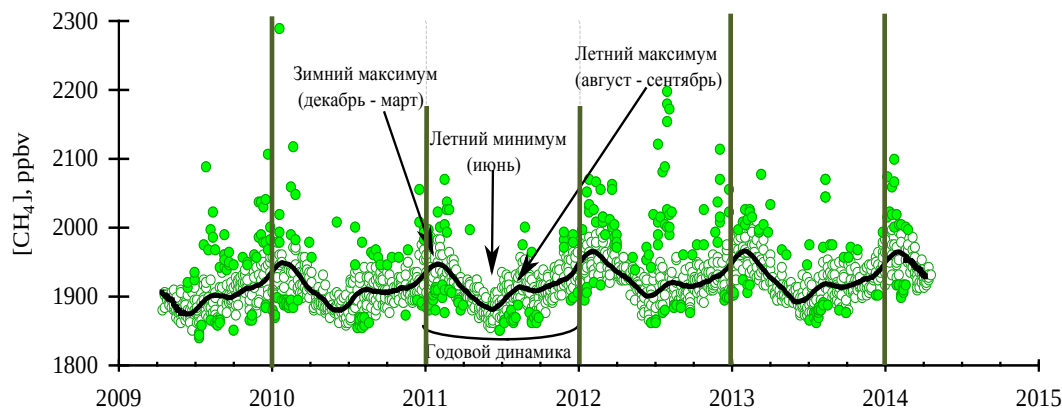
ГОДОВАЯ ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ и CH₄

Зимняя [CO₂]
возросла: с **397**
ppm в 2010 г. до
408 ppm в 2014 г.



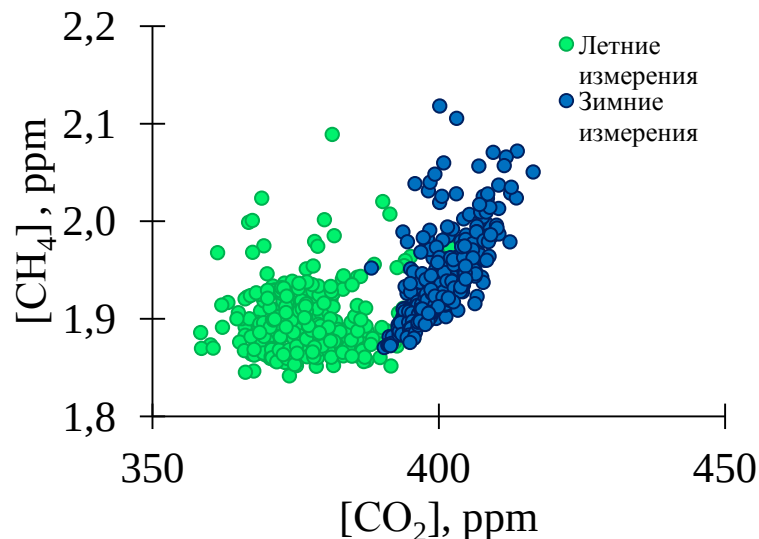
Летняя [CO₂]
возросла: с **367**
ppm в 2009 г. до
382 ppm в 2013 г.

Зимняя [CH₄]
возросла: с **1935**
ppbv в 2010 г. до
1973 ppbv в 2014 г.



Летняя [CH₄]
(август) – с **1900**
ppbv в 2009 г. до
1941 ppbv в 2013

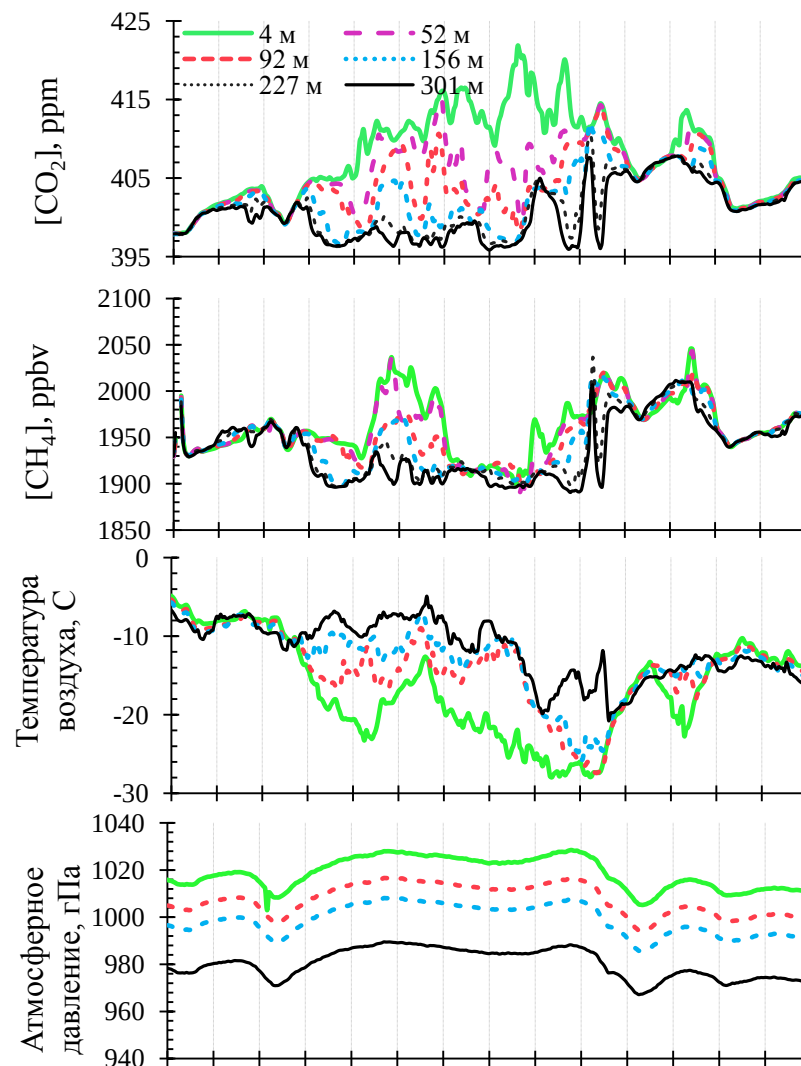
Зависимость концентрации CO_2 от концентрации CH_4 в летний и зимний периоды.



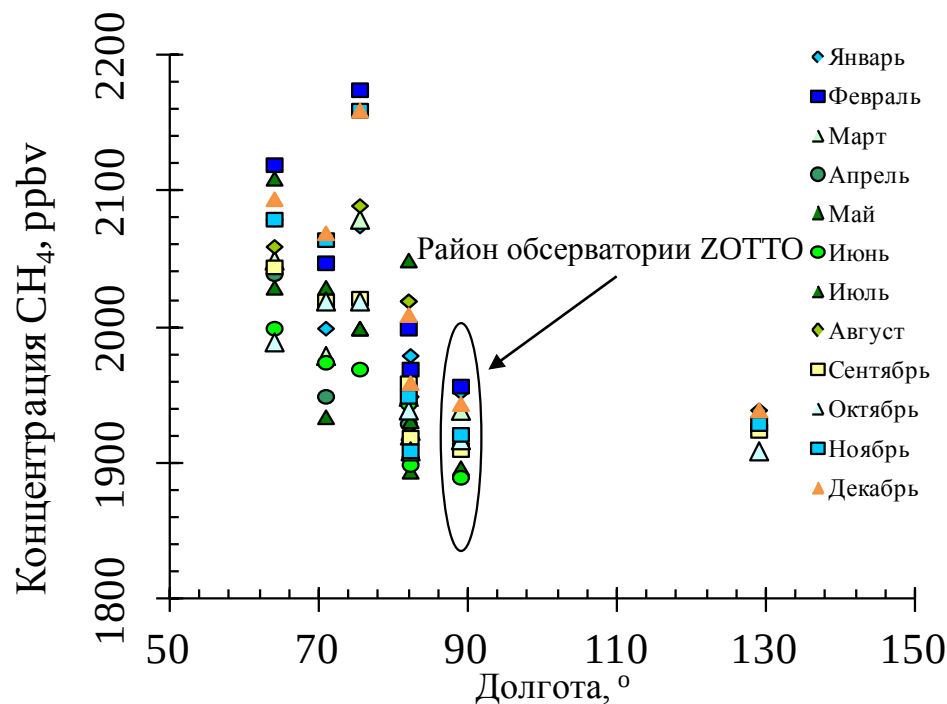
В зимний период наблюдается синхронное возрастание $[\text{CO}_2]$ и $[\text{CH}_4]$. Поведение газов в атмосфере определяется их эмиссионными потоками из антропогенных и природных источников.

Результаты:

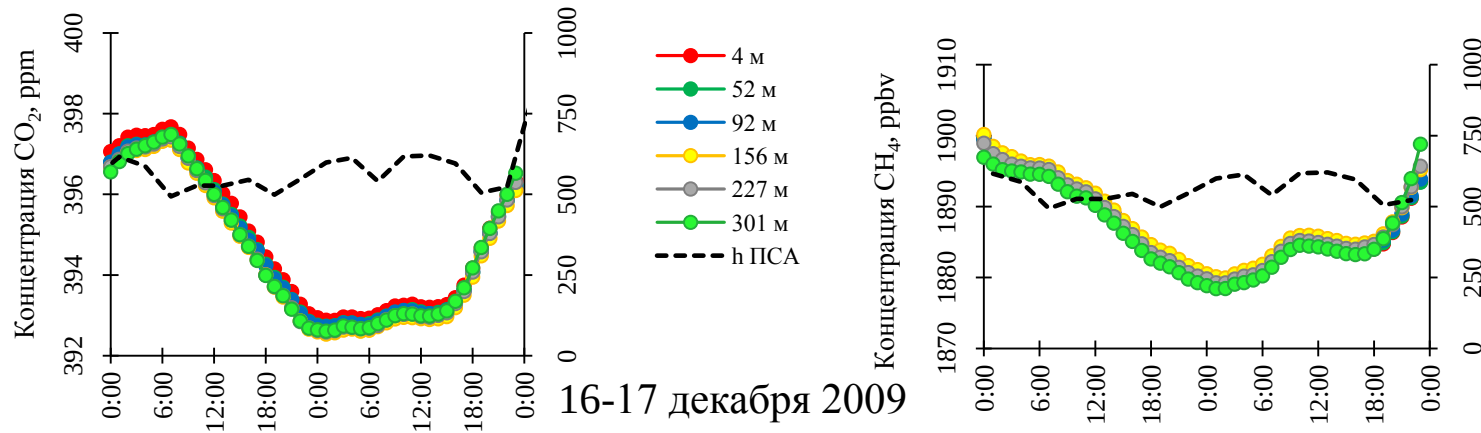
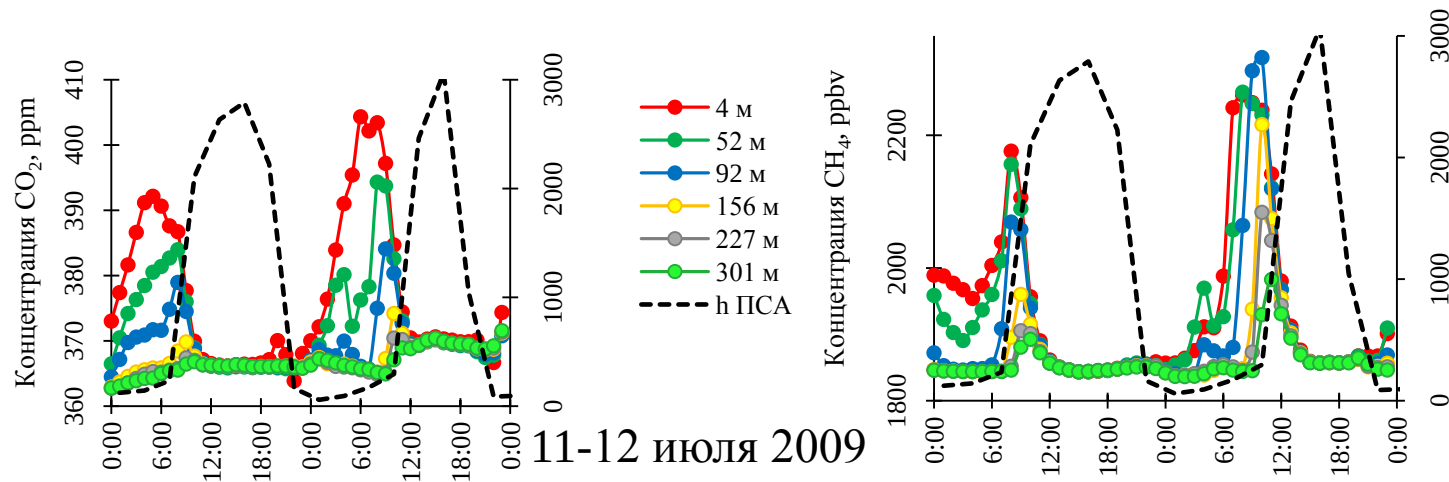
Концентрации CO_2 и CH_4 , температура и давление воздуха в приземной атмосфере на разных высотах в зимний период (на примере, 9 – 23 декабря 2011)



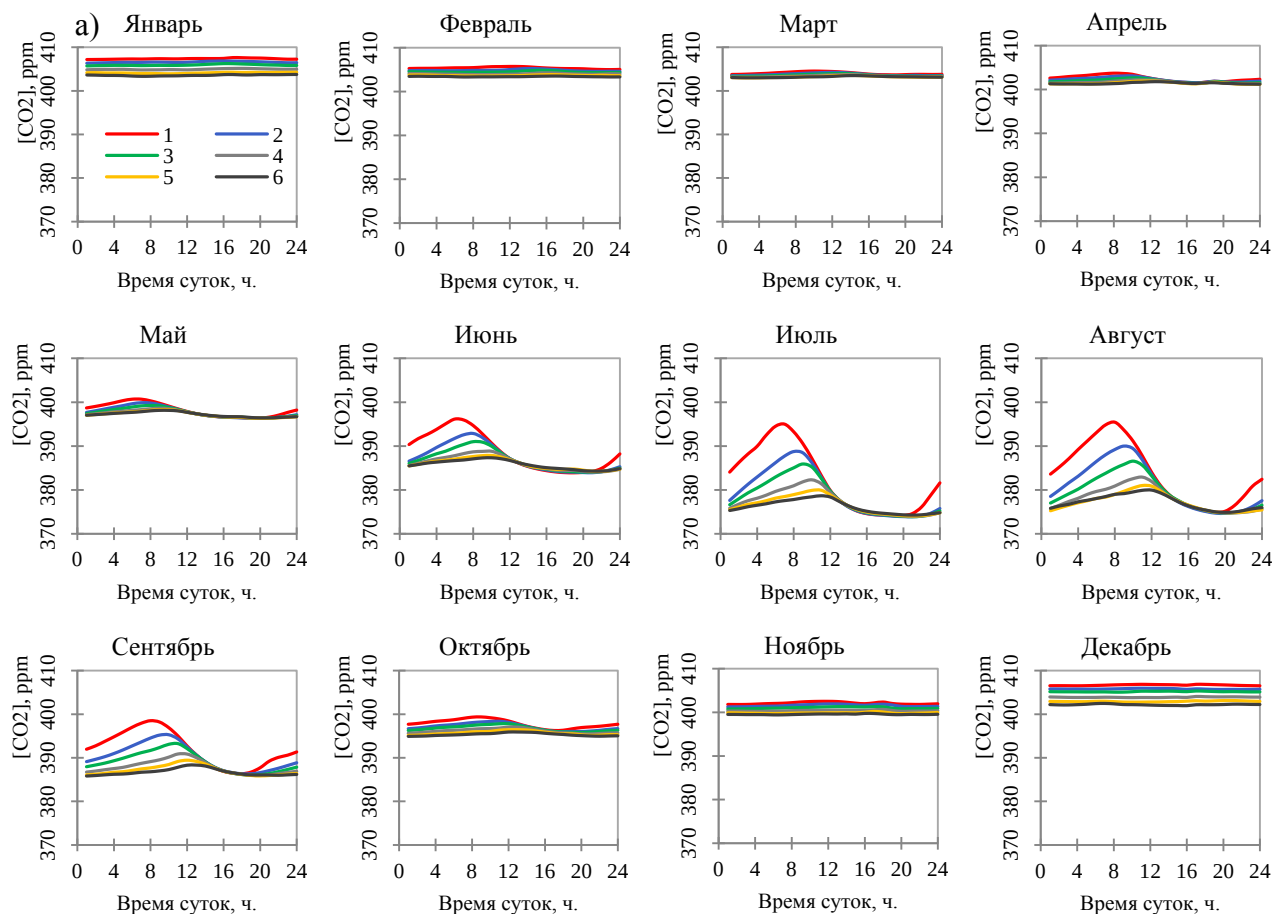
ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ CH_4 ПО ДОЛГОТНОМУ ГРАДИЕНТУ



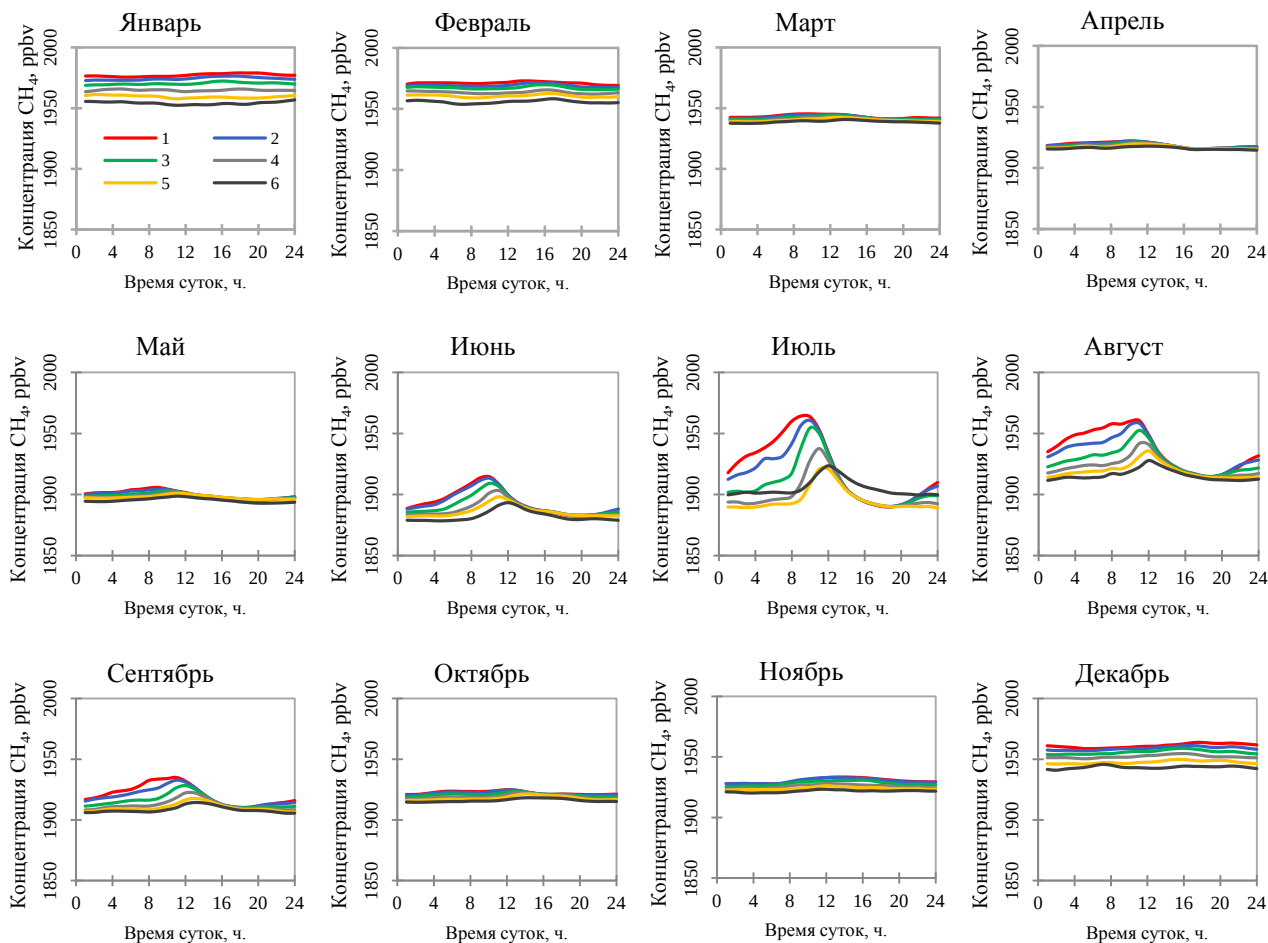
Суточная динамика концентрации CO_2 и CH_4 и высоты пограничного слоя атмосферы, на примере 11-12 июля и 16-17 декабря 2009 г.



Динамика суточной концентрации CO_2 в атмосфере на разных высотах в отдельные месяцы года для пятилетнего периода измерений (май 2009 г.– май 2014 г.)



Динамика суточной концентрации CH_4 в атмосфере на разных высотах в отдельные месяцы года для пятилетнего периода измерений (май 2009 г.– май 2014 г.)



1. Установлена ярко выраженная годовая цикличность исследуемых ПГ с амплитудой колебания около 28 ± 1.5 ppm для CO_2 и 72 ± 10 ppbv для CH_4 ;
2. Выявлены различия в поведении концентраций сравниваемых ПГ в летний период и их синхронность в зимний;
3. Анализ концентраций метана в атмосфере над территорией Западной Сибири позволяет заключить, что его уровни существенно снижаются в восточном направлении, отражая уменьшение заболоченности территорий.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ в рамках научного проекта № 13-05-98053, Гранта Президента Российской Федерации для Государственной поддержки молодых российских ученых МК-1691.2014.5