



Эмиссионные и обменные потоки CO_2 с поверхности почвы в экосистемах Центральной Сибири

Докладчик: А.В. Махныкина

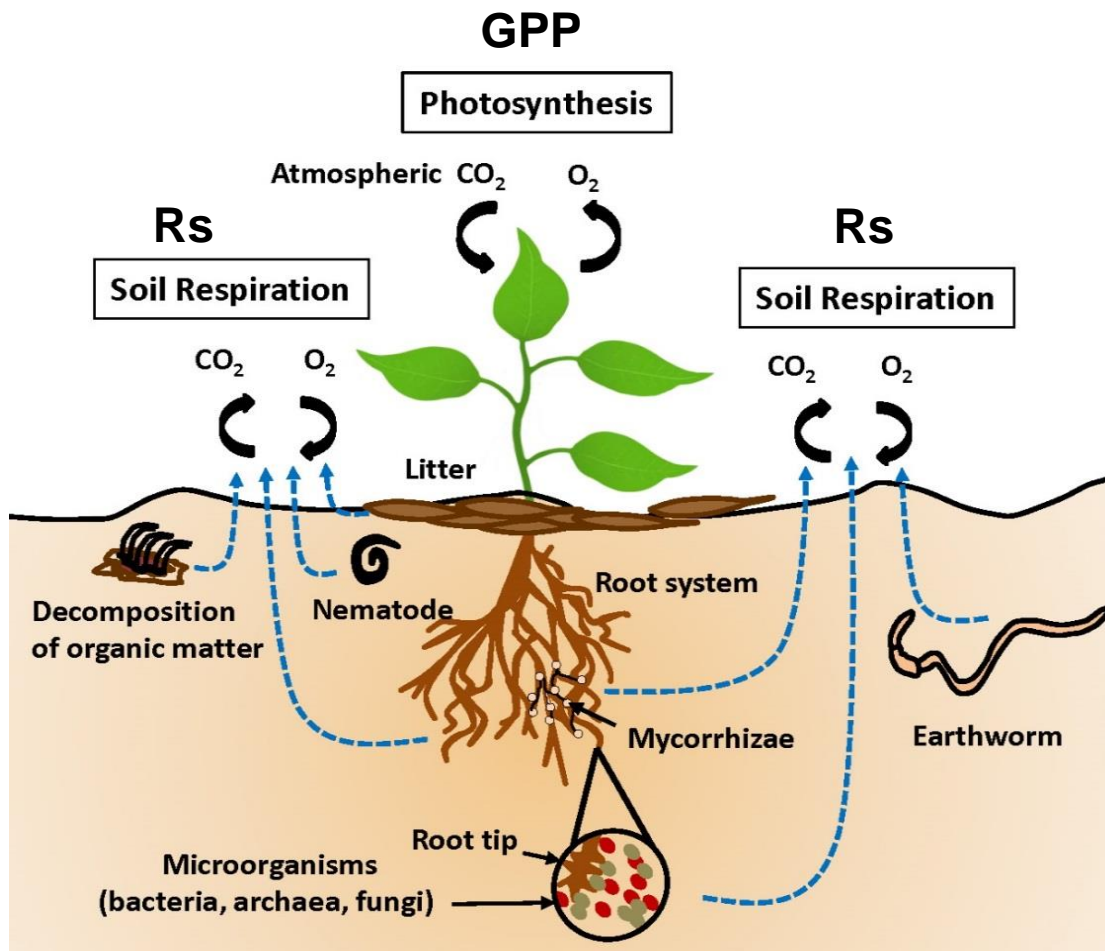
к.б.н., науч. сотр. Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Коллектив: А.В. Панов, Д.А. Полосухина, А.И. Матвиенко, А.В. Богородская, С.В. Титов, Т.Н. Гейс, Н.С. Сиденко, П.Д. Третьяков, В.Е. Арясов, Р.Т. Садыков, А.С. Прокушкин

Потоки CO₂ с напочвенного покрова

$$NSE = GPP - R_s (R_a + R_h)$$

- Факторы:
- температура
 - влажность
 - субстрат
 - элементы минерального питания



Цель и задачи

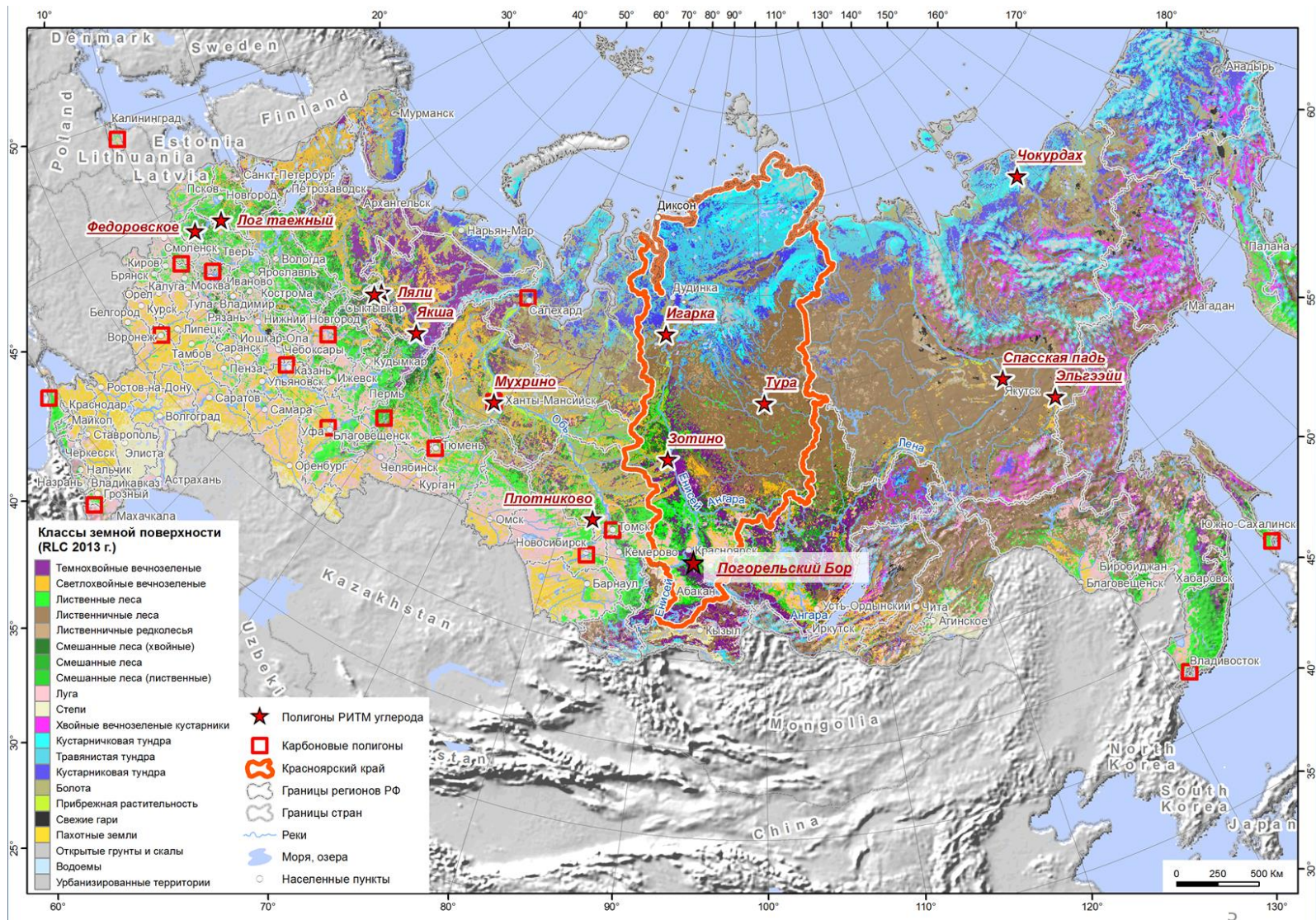
- Цель работы состоит в организации сети и проведении мониторинга эмиссионных и чистых обменных потоков CO_2 с поверхности живого напочвенного покрова в экосистемах разных биоклиматических зон Центральной Сибири



Задачи исследования:

- 1) Определить особенности суточной, сезонной и годовой динамики эмиссионных потоков CO_2 и чистого почвенного обмена (NSE);
- 2) Дать оценку величины эмиссионных потоков и чистого почвенного обмена (NSE) CO_2 ;
- 3) Выявить ключевые факторы среды, оказывающие влияние на эмиссию CO_2 и потоки NSE в экосистемах Центральной Сибири.

Сети мониторинга экосистемных потоков парниковых газов в рамках национальных программ «Карбоновые полигоны» и «РИТМ углерода».



Северная тайга (KR-Tur)



- Лиственничник кустарничково-лишайниково-зеленомошный:
лишайниковая и зеленомошная синузии

25 км от п. Тура

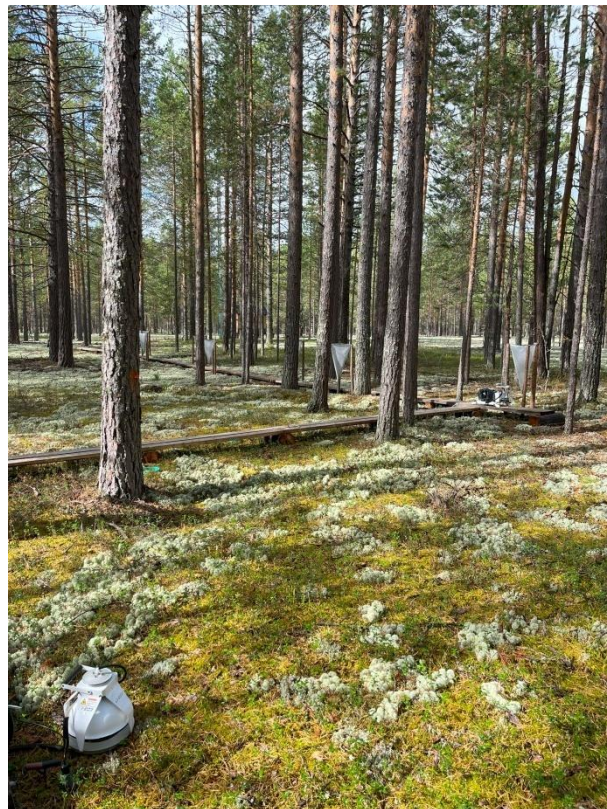
Координаты: 64.20 с.ш., 100.45 в.д.

Граница северной тайги и лесотундры (KR-Iga)



- Плоскобугристый торфяник: лишайниковая и зеленомошная синузии
5 км к северо-западу от г. Игарка
Координаты: 67.48 с.ш., 86.44 в.д.

Средняя тайга (KR-Zot1 и KR-Zot2)



Сосновый рям: Гряда



Сосновый рям: Мочажина
60.82 с.ш., 89.39 в.д.

Сосняк лишайниковый
25 км западнее п. Зотино
60.81 с.ш., 89.36 в.д.

Сосняк зеленомошный

Лесостепь



•Березняк

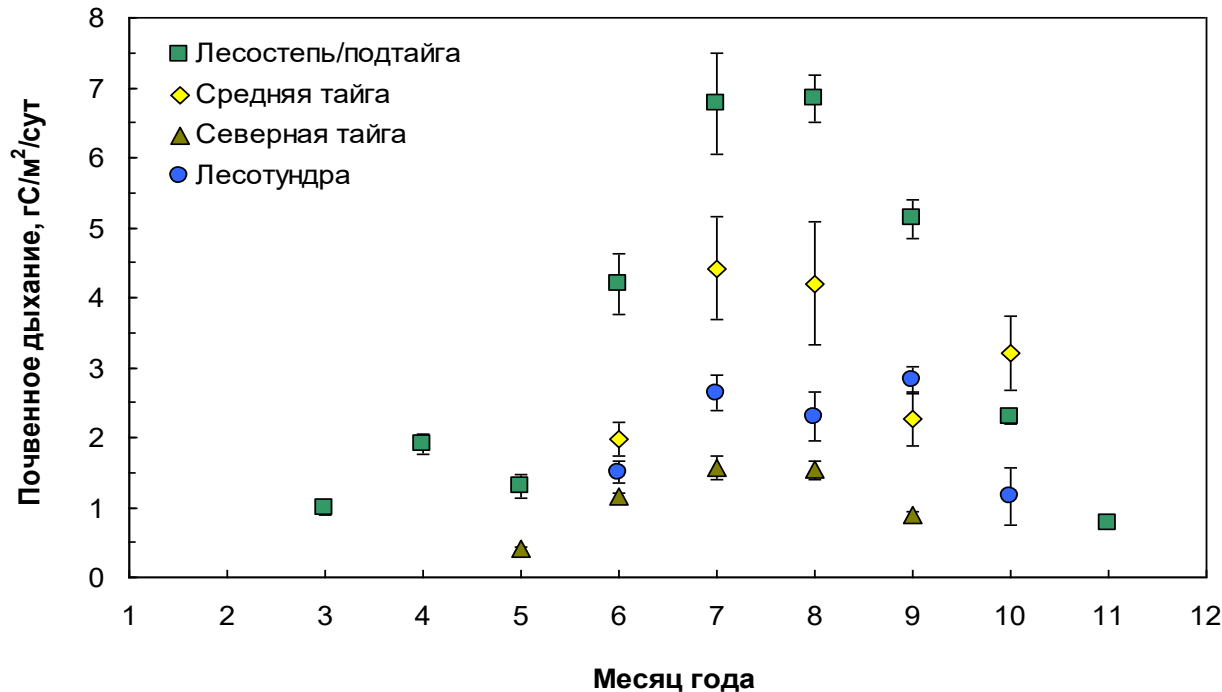
- Сосняк разнотравно-зеленомошный (старо- и средневозрастный)
38 км северо-западнее г. Красноярска
56.37 с.ш., 92.95 в.д.

Методы исследования

- Измерения почвенной эмиссии CO_2 - автоматизированная система по измерению потоков CO_2 LI-8100A (LI-COR Biogeosciences Inc., США), EGM5 (PP systems, USA)
- Измерение температуры почвы (на трех глубинах 5, 10 и 15 см от поверхности почвы) – почвенный температурный датчик Soil Temperature Probe Type E (Omega, США), электронные термометры CheckTemp 1 (Hanna Instruments)
- Измерения объемной влажности SWC (5 см от поверхности почвы) - влагомер Theta Probe Model ML (Delta T Devices Ltd., Великобритания), сенсор HydraProbe .
- Частота измерений: 1 – Эмиссия – сезонные – 1 раз в 7-10 дней, с 11:00 до 15:00
2 – NSE – суточные и сезонные замеры в течение сезона.



Сезонная динамика эмиссии CO₂



Средняя температура почвы (июнь - сентябрь), °С:

Лесостепь = 11.7 ± 2.4

Средняя тайга = 13.9 ± 2.9

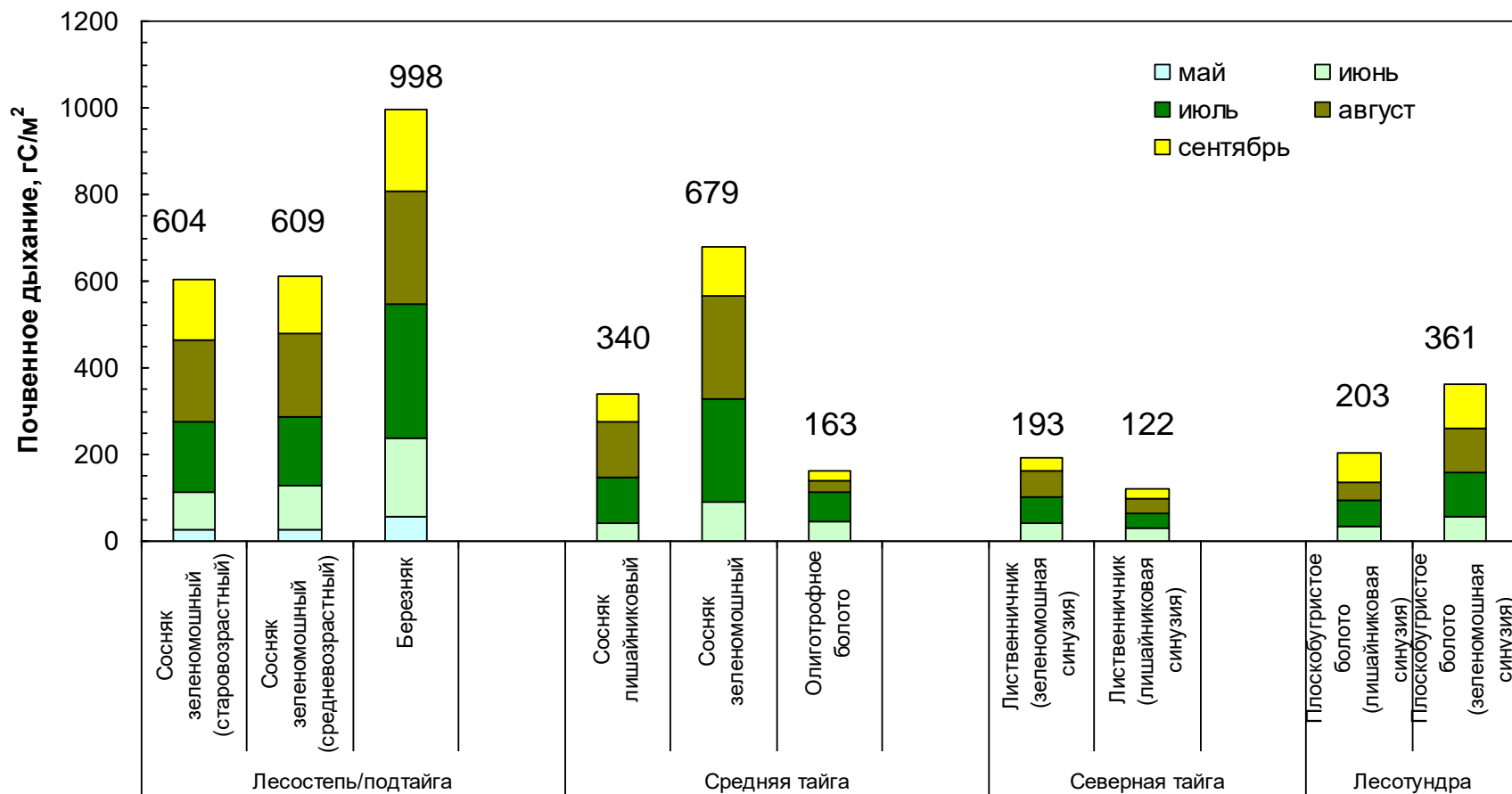
Северная тайга = 1.7 ± 1.5

Лесотундра = 4.4 ± 2.3

Период измерений:

- лесостепь – круглогодично
- средняя тайга – июнь – октябрь
- северная тайга – май – сентябрь
- лесотундра – июнь – октябрь

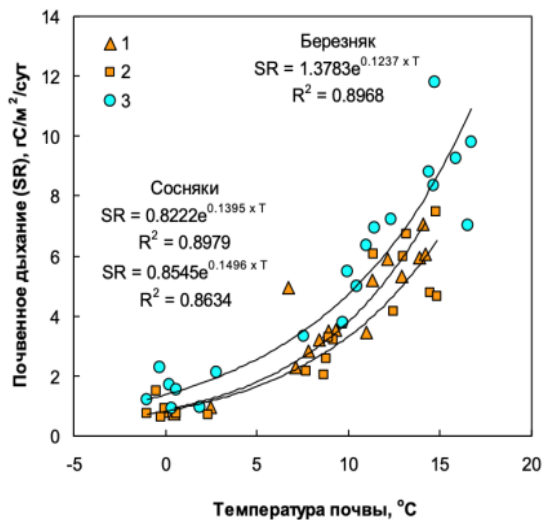
Общая эмиссия CO₂ за вегетационный сезон



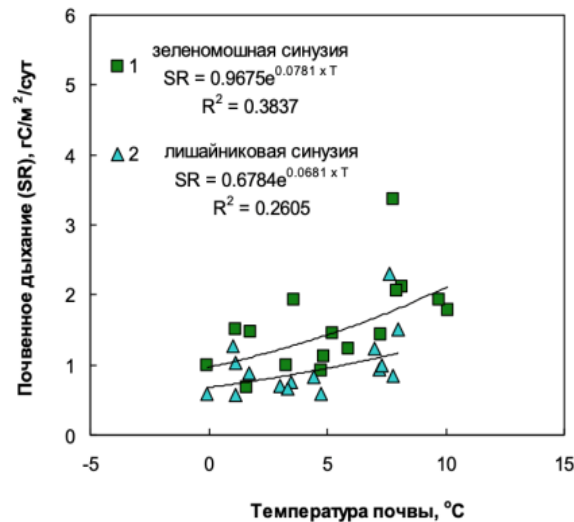
*за вегетационный период, рассматриваемый для разных биоклиматических зон с мая (лесостепь) или июня (средняя, северная тайга, лесотундра) по сентябрь

Зависимости эмиссии CO₂ от температуры

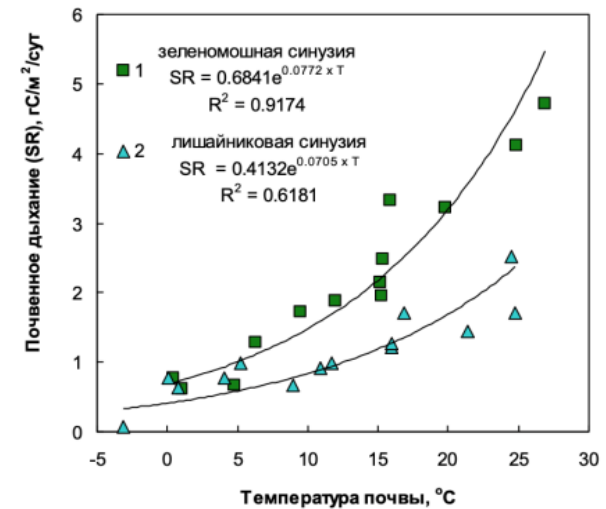
Лесостепь



Северная тайга

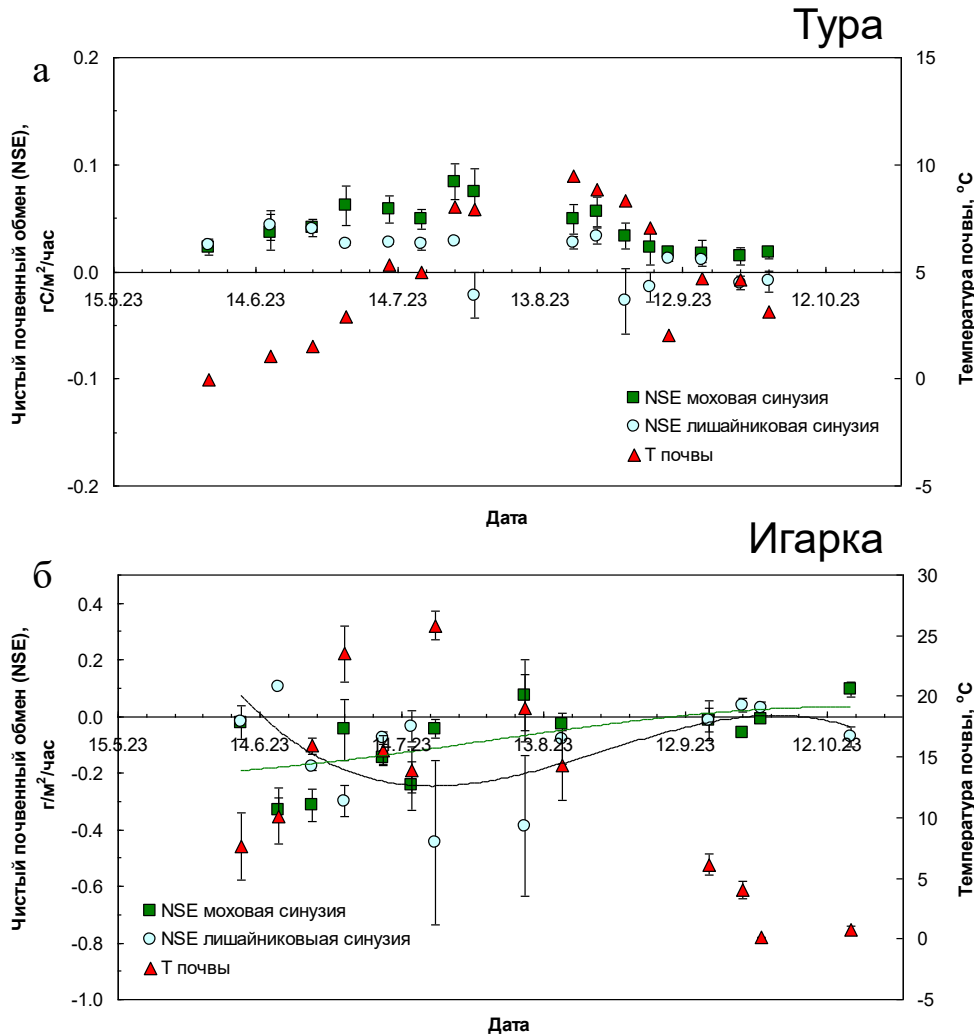


Лесотундра



- Температура почвы объясняет до 90% дисперсии эмиссионных потоков CO₂ в лесных биогеоценозах лесостепной зоны, от 60 до 90% в лесотундре, но лишь 26-38% в северотаежном лиственничном лесу.

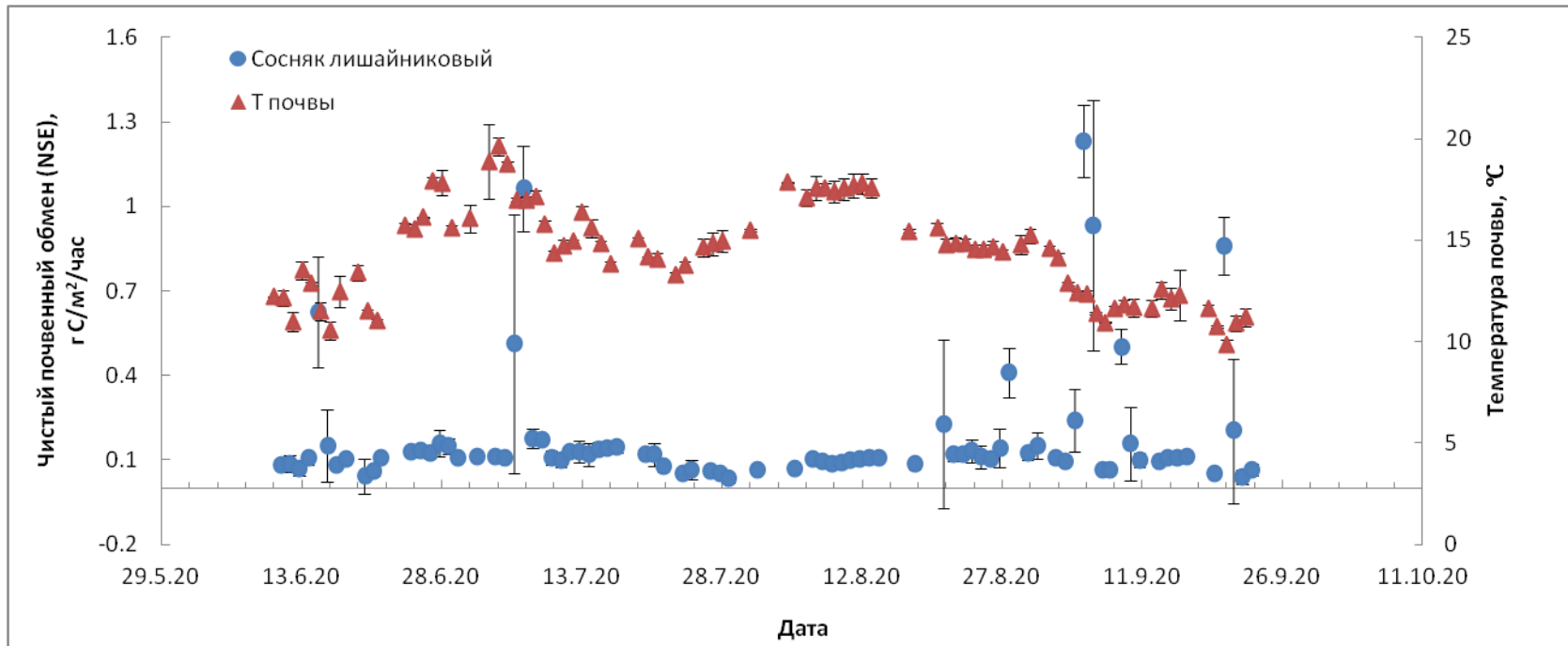
Сезонная динамика чистых обменных потоков с поверхности почвы



- Высокая мозаичность живого напочвенного покрова
- Выбраны наиболее репрезентативные синузии
- Величина чистого обменного потока для северной тайги ~ 0.05 гС/м²/час; для лесотундры ~ -0.2 гС/м²/час

Сезонная динамика чистых обменных потоков с поверхности почвы

Зотино



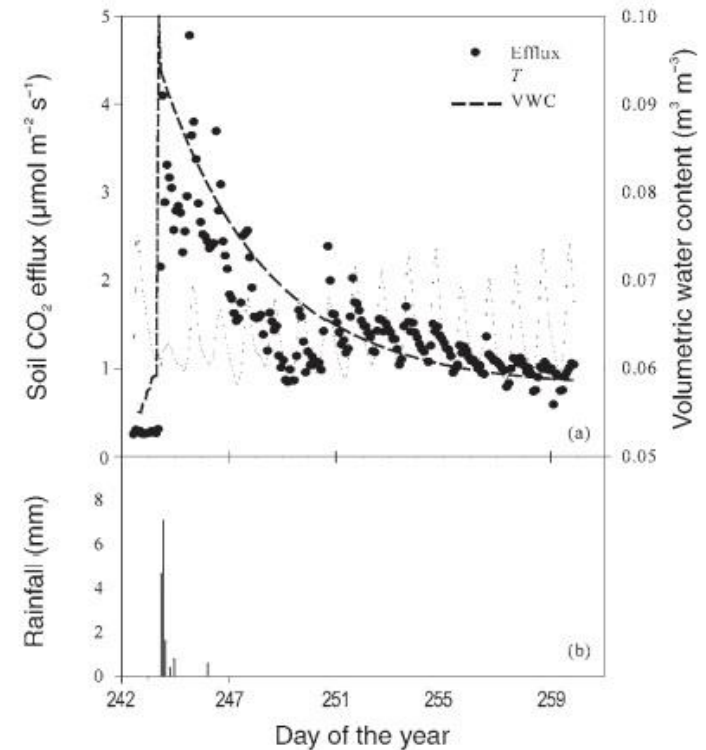
- Всплески в величине потока CO_2 :
 - достаточное увлажнение в течение сезона
 - дождь более 5(10) мм в сутки
 - постоянные замеры

«Эффект Бирча»

- показывает, как влажность почвы (засухи/переувлажнения) регулирует процесс минерализации органического вещества почвы и, как следствие, действует как один из факторов, изменяющих поток CO_2 из почвы (Birch, 1958).

Основные гипотезы для объяснения эффекта :

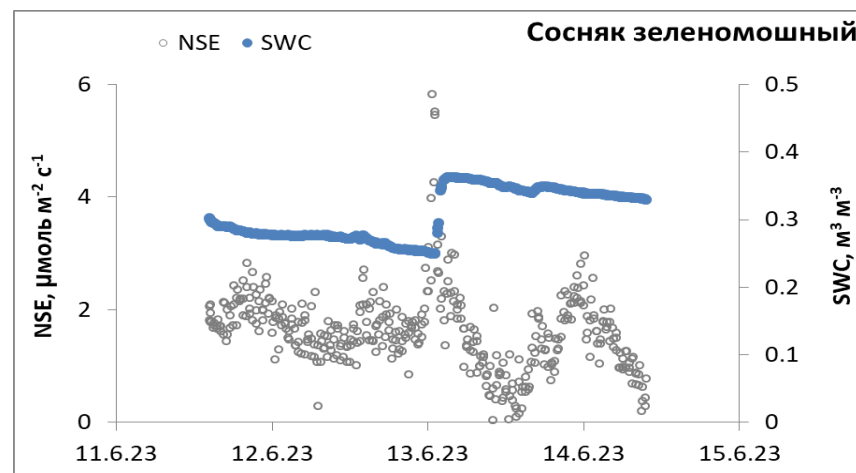
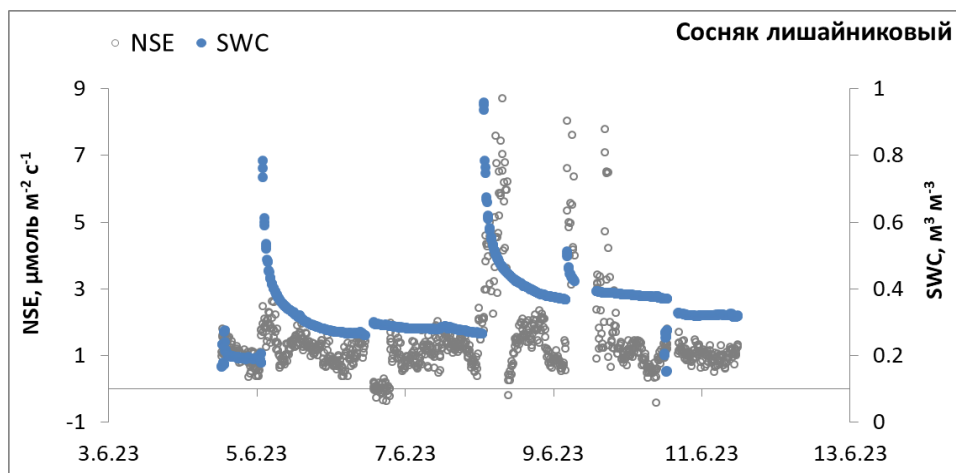
- (1) разложение ранее недоступных органических субстратов (Denef et al. 2001);
- (2) микроорганизмы, погибшие при высыхании почвы, разлагаются при повторном увлажнении (Bottner 1985);
- (3) происходит спонтанное быстрое увеличение микробной биомассы и грибковой активности (Griffiths and Birch, 1961, Jager и Bruins, 1974, Orchard and Cook, 1983, Scheu and Parkinson, 1994);
- (4) существует реакция микробного гипоосмотического стресса (Kieft et al., 1987, Fierer and Schimel, 2002, 2003).



Jarvis et al., 2007

«Эффект Бирча»

- Средняя тайга – сосняках лишайниковом и зеленомошном в начале измерительного сезона 2023.



- До 40% сезонного потока – вносят эмиссионные потоки после сильных дождей (более 5 мм)

Заключение

- Эмиссионные потоки существенно варьируют в широтном градиенте – от 122 гС/м² в лиственничнике северной тайги до 998 гС/м² в березняке лесостепи/подтайге.
- Чистые обменные потоки – для всех участков, кроме плоскобугристого торфяника, преобладают положительные величины.
- Автоматические измерения позволяют учесть вклад «эффект Бирча» в формирование потока CO₂ с поверхности почвы.

Эмиссия CO₂ – Будущие вызовы

Изменение климата:

- рост частоты экстремальных явлений: засухи, штормовые осадки
- деградация многолетней мерзлоты
- смена растительных сообществ

Антропогенные нарушения:

- вырубки – сплошные рубки
- пожары – увеличение частоты и интенсивности, уменьшение межпожарного интервала
- загрязнение среды

Благодарю за внимание!

e-mails: sunlife1408@yandex.ru; makhnykina.av@ksc.krasn.ru