

Потоки тепла, влаги и парниковых газов в лесных и болотных экосистемах стационара Мухрино

Дюкарев Е.А.^{1,2,3}, Дмитриченко А.А.², Заров Е.А.², Кулик А.А.², Лапшина Е.Д.²

1 Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

2 Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия

3 Томский государственный университет, г. Томск, Россия



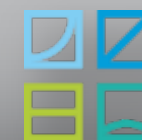
Каталог эколого-климатических станций России

Зоны и типы пояса растительности России и сопредельных территорий

Отв. ред. Т.Н. Сухарева (растительность гор)
Авторы: И.Н. Саварева, Т.К. Железняк, И.М. Михалова (определяя растительность)

Масштаб оригинала карты 1 : 8 000 000

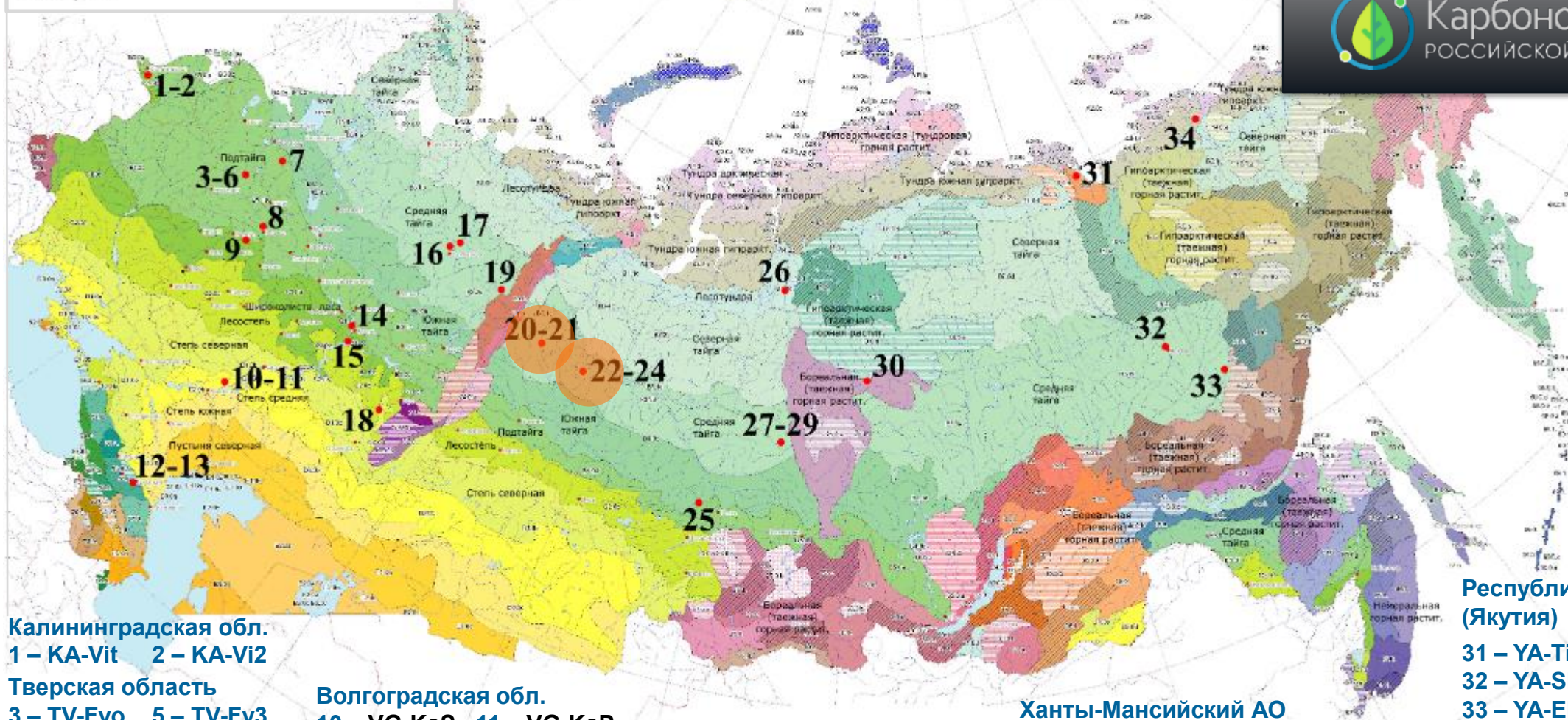
Москва, "Экоп", 1999 г.



РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА
КЛИМАТИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА



Карбоновые Полигоны
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Калининградская обл.

1 – KA-Vit 2 – KA-Vi2

Тверская область

3 – TV-Fyo 5 – TV-Fy3

4 – TV-Fy2 6 – TV-Fy4

Новгородская обл.

7 – NO-LTa

Московская обл.

8 – MO-Chf 9 – MO-Pus

Волгоградская обл.

10 – VG-KaS 11 – VG-KaP

Республика Чечня

12 – CR-Chr 13 – CR-Frm

Республика Татарстан

14 – TA-Obs 15 – TA-Sar

Республика Коми

16 – KO-UPo 19 – KO-Yak

17 – KO-Lya

Республика Башкортостан

18 – BA-Kur

Ханты-Мансийский АО

20 – KM-KOz 23 – KM-Mu2

21 – KM-KOz 24 – KM-Mu3

22 – KM-Muh

Томская область

25 – TO-Plt

Республика Саха

(Якутия)

31 – YA-Tik

32 – YA-SPI

33 – YA-Elg

34 – YA-Ckd

Красноярский край

26 – KR-Iga

27 – KR-Zo1

28 – KR-Zo2

29 – KR-Zo3

30 – KR-Tur

Станции мониторинга парниковых газов в ХМАО-Югре

1. **КМ-MUH01** – грядово-мочажинный комплекс болота Мухрино, 14 м;
2. **КМ-MUH02** – сосново-кустарничково-сфагновое болото Мухрино, 10 м;
3. **КМ-MUH03** – смешанный лес Мухрино, 40 м;
4. **КМ-KOZ01** – грядово-мочажинный болотный комплекс, природный парк «Кондинские озера», 10 м;
5. **КМ-KOZ05** – сосняк беломошный, природный парк «Кондинские озера», 30 м;

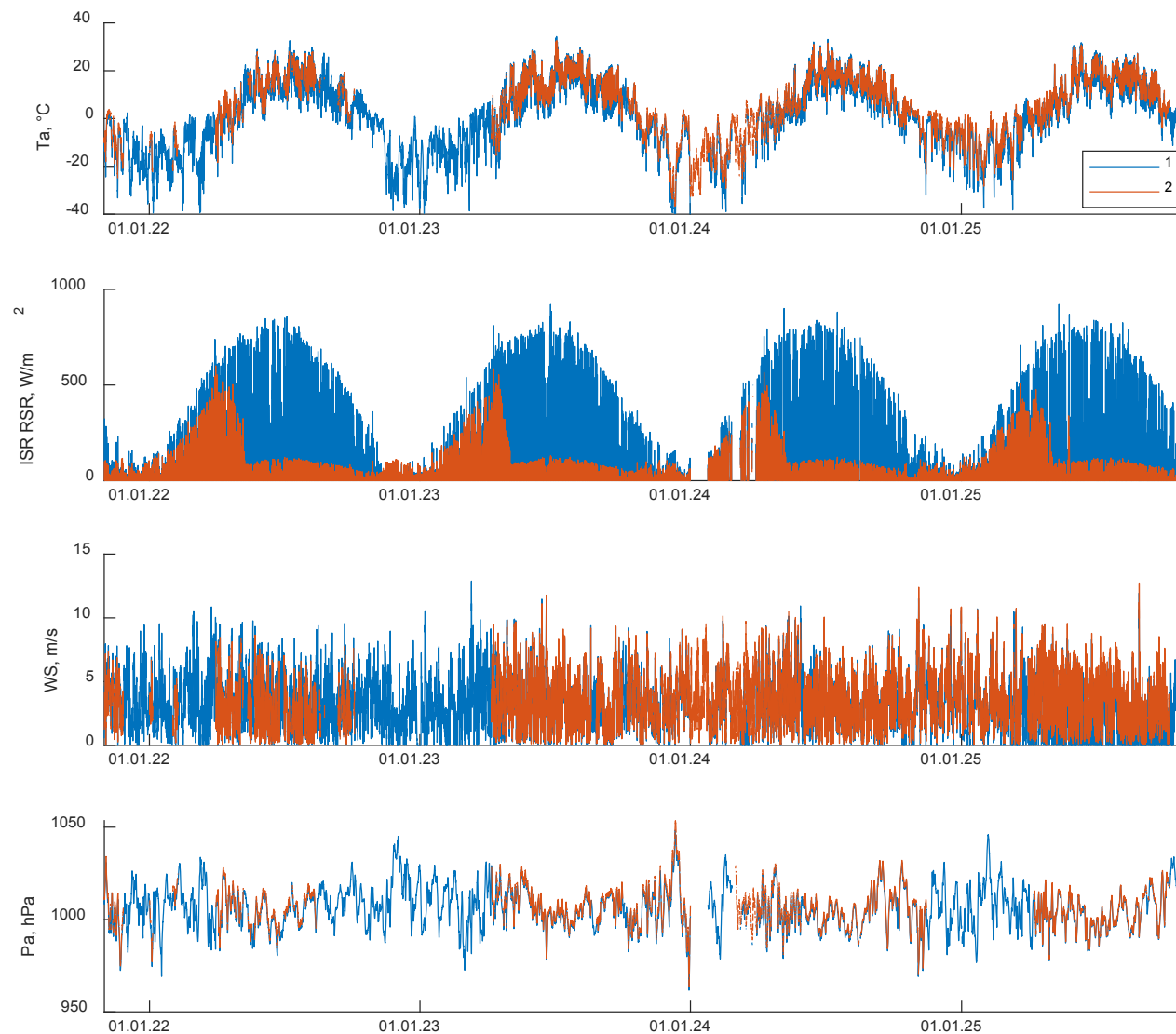


Метеорологические параметры

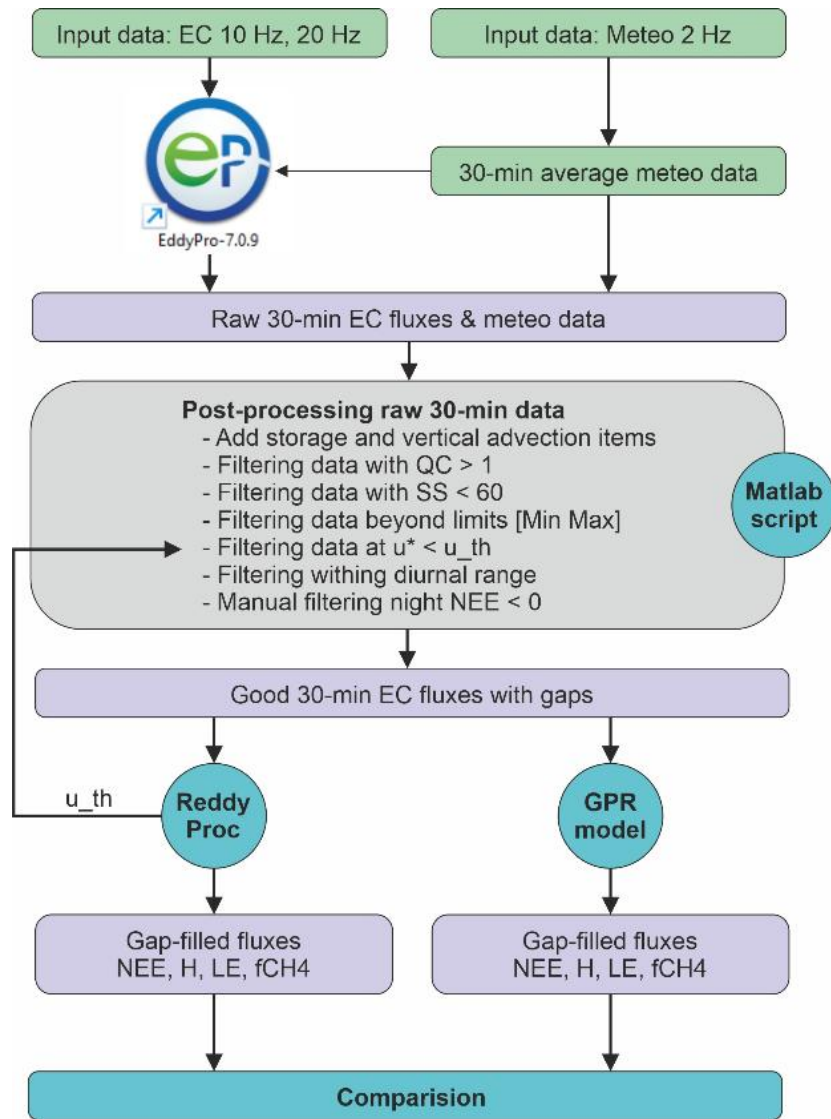


Ta – Температура воздуха
ISR, RSR – Приходящая и отраженная
солнечная радиация
WS – Скорость ветра
Pa – Атмосферное давление

1 – метеостанция
2 – eddy-covariance



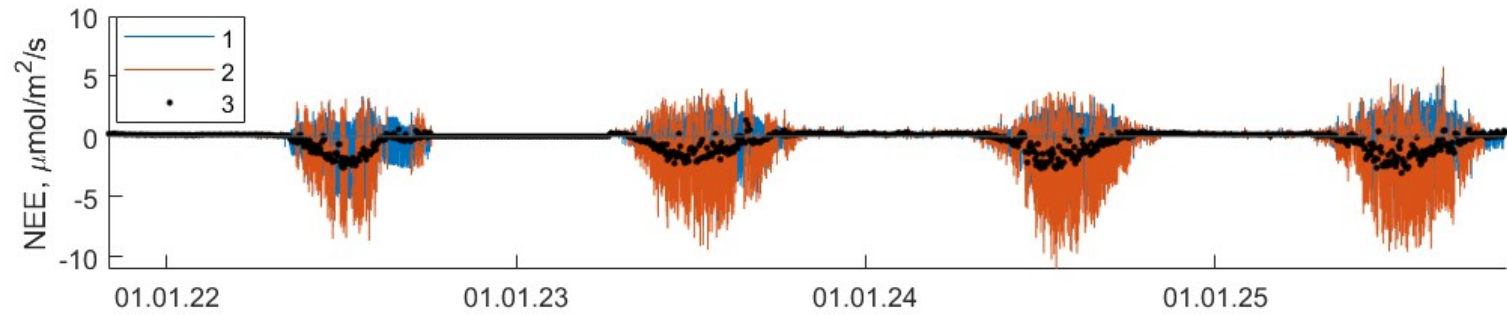
Обработка результатов пульсационных наблюдений



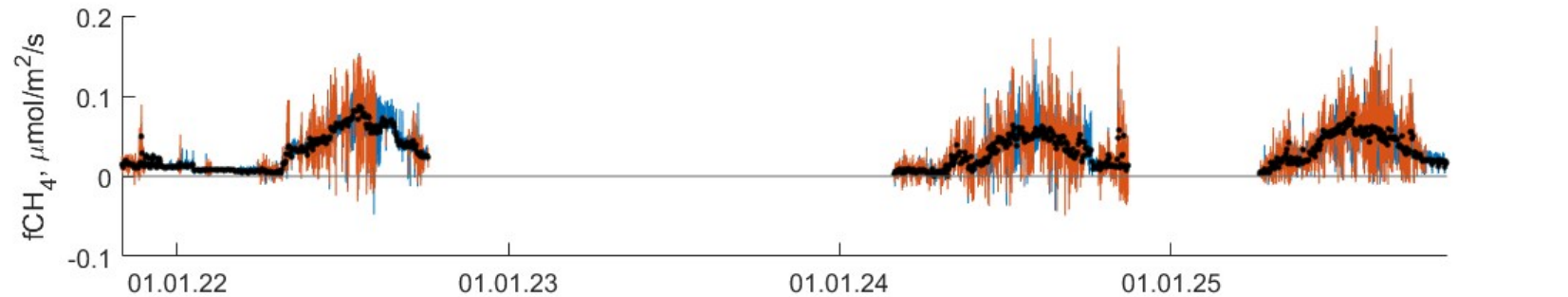
1. Добавление членов накопления и вертикальной адвекции
2. Удаление данных с флагом качества хуже предельного значения ($QC < tv$)
3. Удаление данных с недостаточной мощностью сигнала ($CO2SS < tv$)
4. Удаление данных, полученных во время дождя ($PRC > tv$)
5. Удаление данных при высокой влажности ($RH > tv$)
6. Удаление данных с неправдоподобно большими потоками ($fCO2 < tv_{min}$ и $fCO2 > tv_{max}$)
7. Удаление больших отрицательных потоков воды ($fH2O < tv_{min}$)
8. Удаление выбросов из «типичного» суточного цикла
9. Фильтрация по u^* (динамической скорости)
10. Ручная фильтрация в таблице «Часы-Дни»

Результаты наблюдений методом турбулентных пульсаций (МУН01)

Чистый экосистемный обмен (NEE)

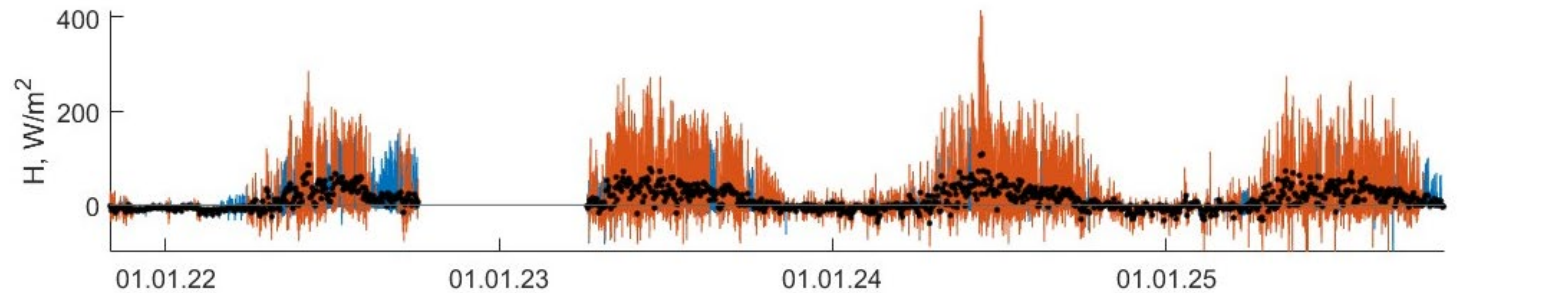


Удельный поток метана (fCH_4)

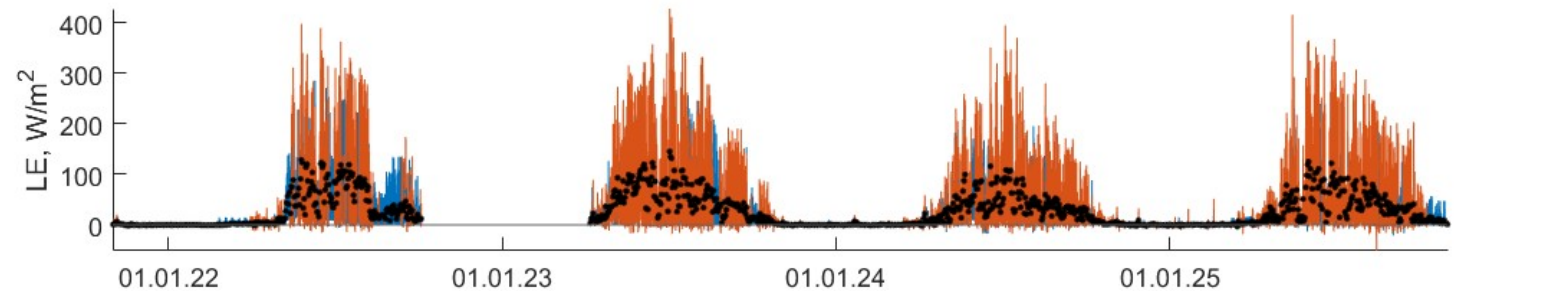


Результаты наблюдений методом турбулентных пульсаций (МУН01)

Поток явного тепла (H)



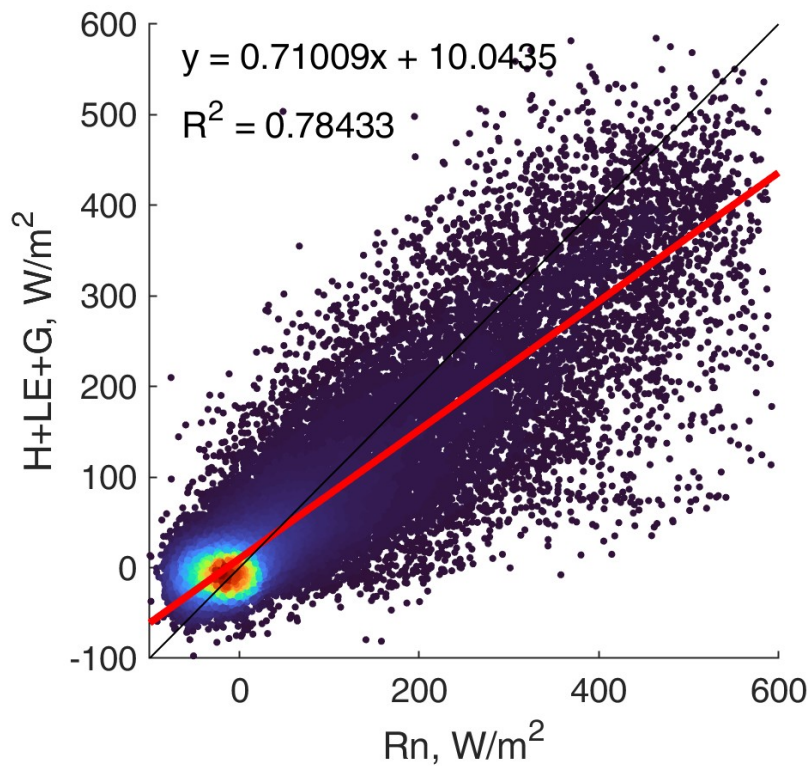
Поток скрытого тепла (LE)



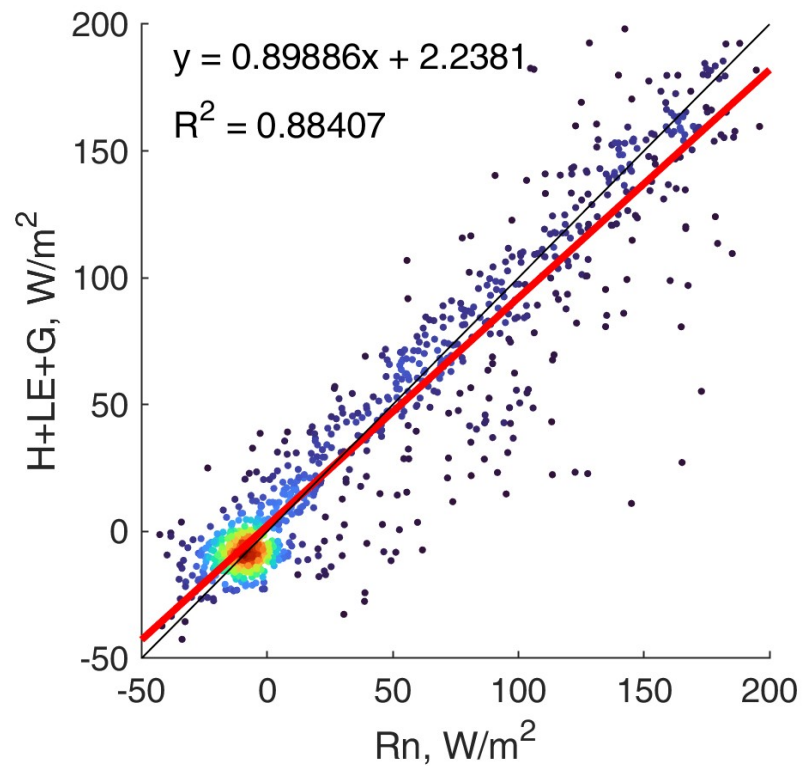
Замыкание энергетического баланса

$$R_n = H + LE + G + \delta$$

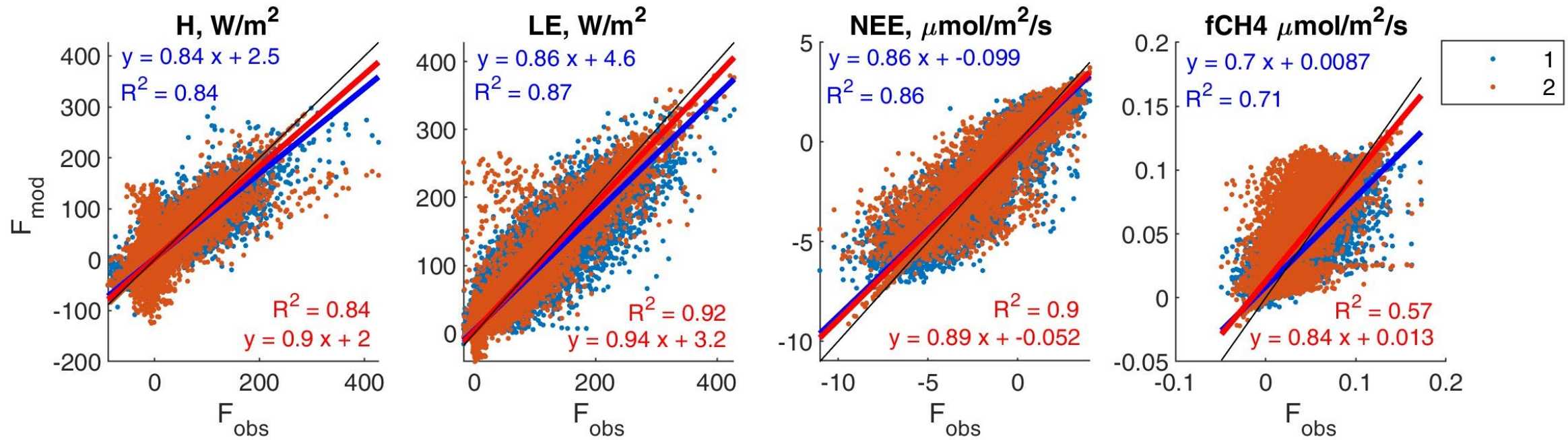
30-минут



1 день



Сопоставление моделей восстановления пропусков

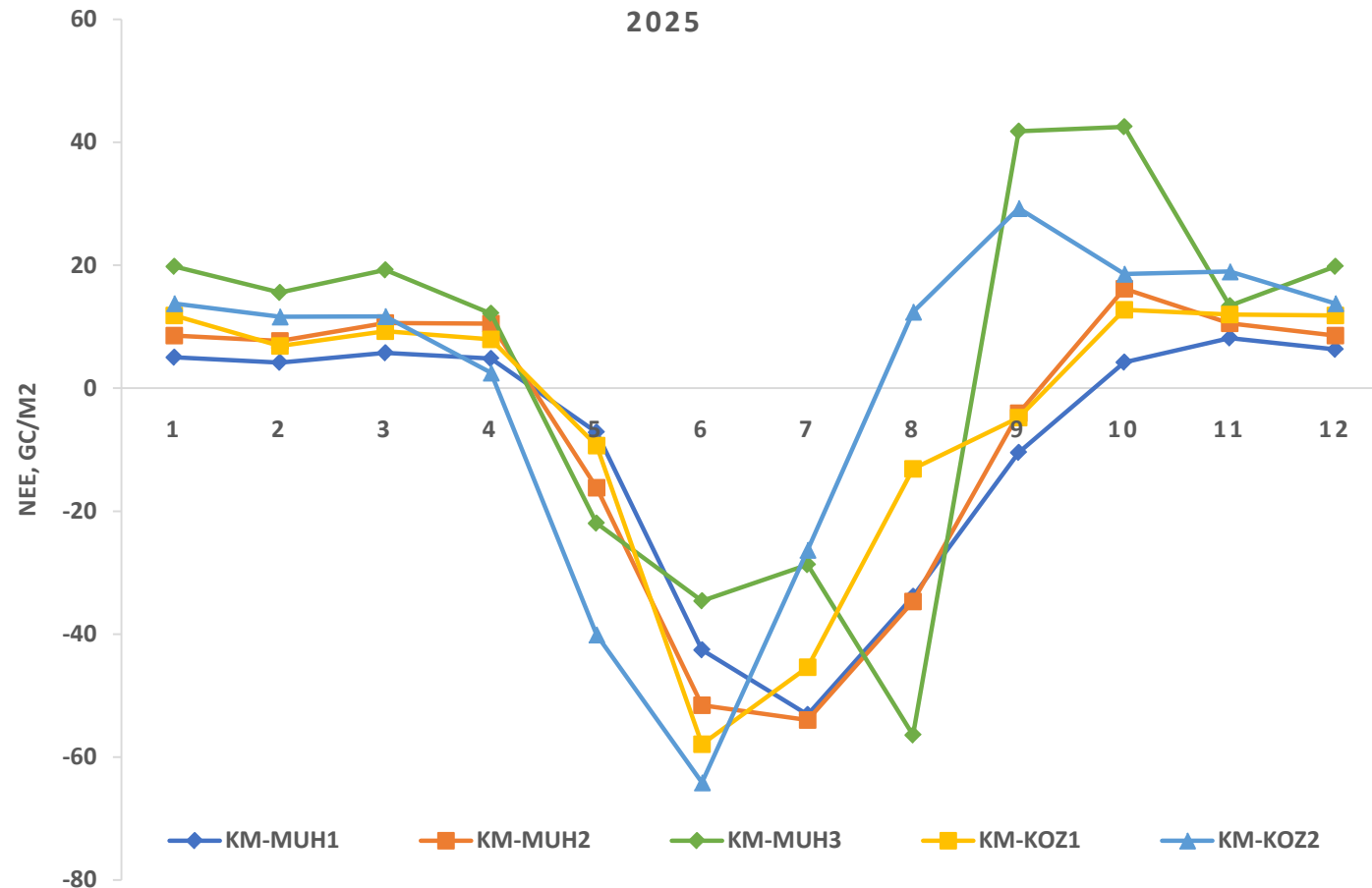


1. ReddyProc (Wutzler et al., 2018)
2. Gaussian Process Regression (Dyukarev et al., 2026)

Суммарные годовые потоки (МУН01)

	1 ReddyProc				2 Gaussian Process Regression			
	H, MJ/m ²	LE, MJ/m ²	NEE, gC/m ²	fCH ₄ , gCH ₄ /m ²	H, MJ/m ²	LE, MJ/m ²	NEE, gC/m ²	fCH ₄ , gCH ₄ /m ²
2022	241.3	745.7	-90.3	14.8	303.9	772.8	-81.0	13.9
2023	327.7	866.1	-80.8		352.6	841.5	-79.3	13.5
2024	290.7	641.8	-84.2	11.7	298.1	634.8	-77.7	11.4

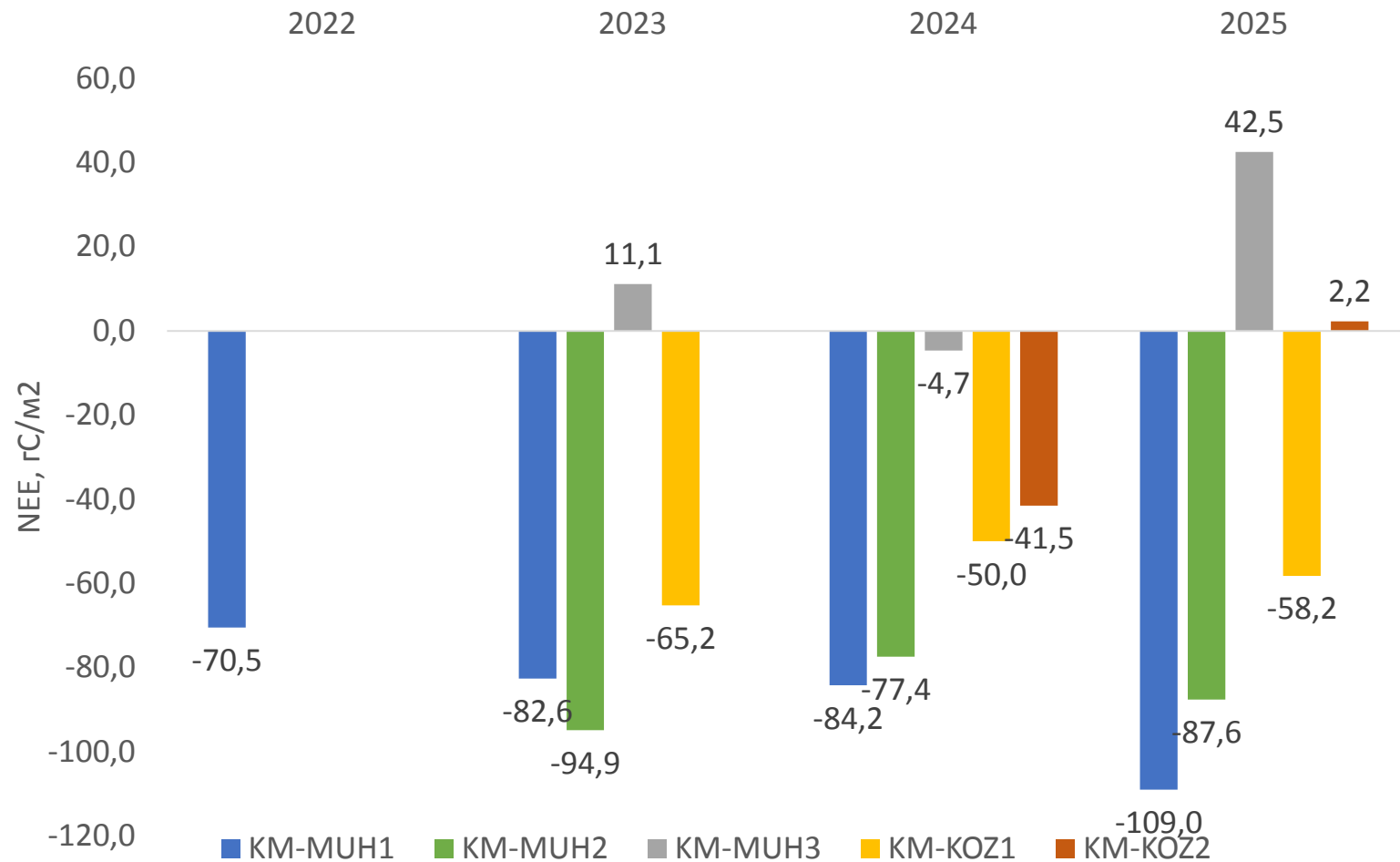
Суммарное месячное поглощение углерода в 2025 г



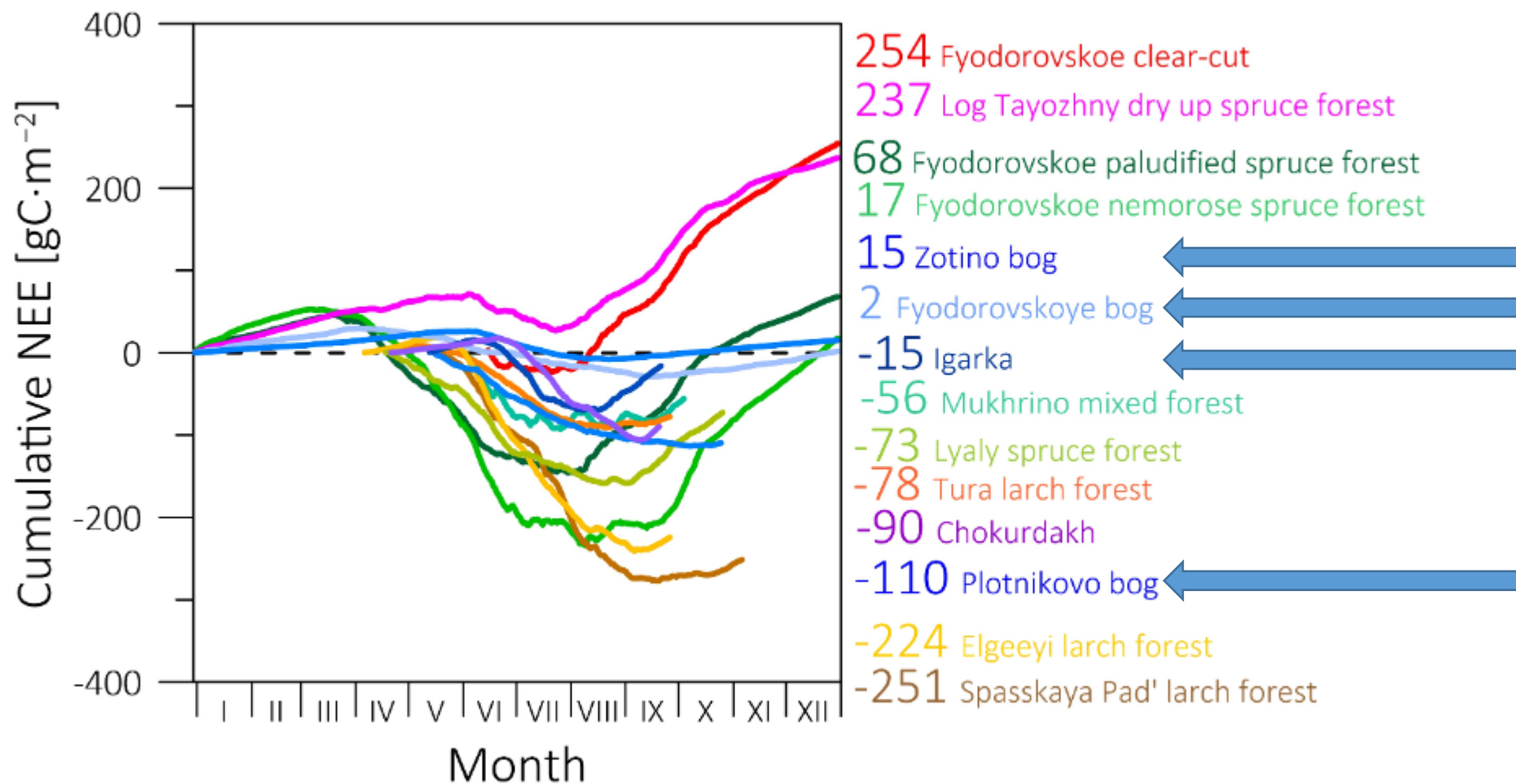
Годовая сумма

- МУН01 = -109.0 г/м²
- МУН02 = -87.6 г/м²
- МУН03 = +42.5 г/м²
- КОЗ01 = -58.2 г/м²
- КОЗ02 = +2.2 г/м²

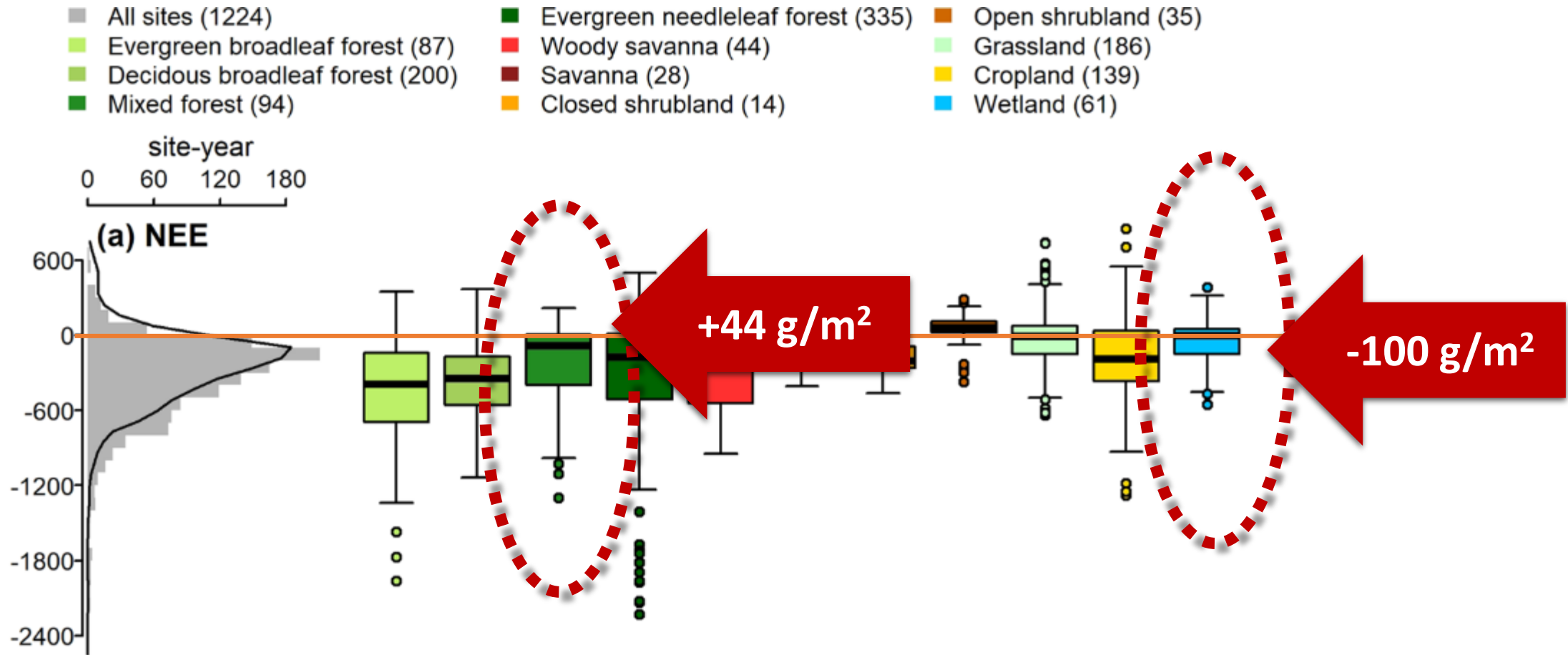
Годовой чистый экосистемный обмен (NEE)



Результаты наблюдений (RuFlux 2022)



Результаты наблюдений ЕС (FluxNet)



@lostcarbon
Затерянный карбон



t.me/lostcarbon

[Rutube](#)

[YouTube](#)

На канале "Затерянный Карбон" (lostcarbon) собраны видео экспедиций и глубоко художественные зарисовки об исследованиях и исследователях углерода и потоков парниковых газов.

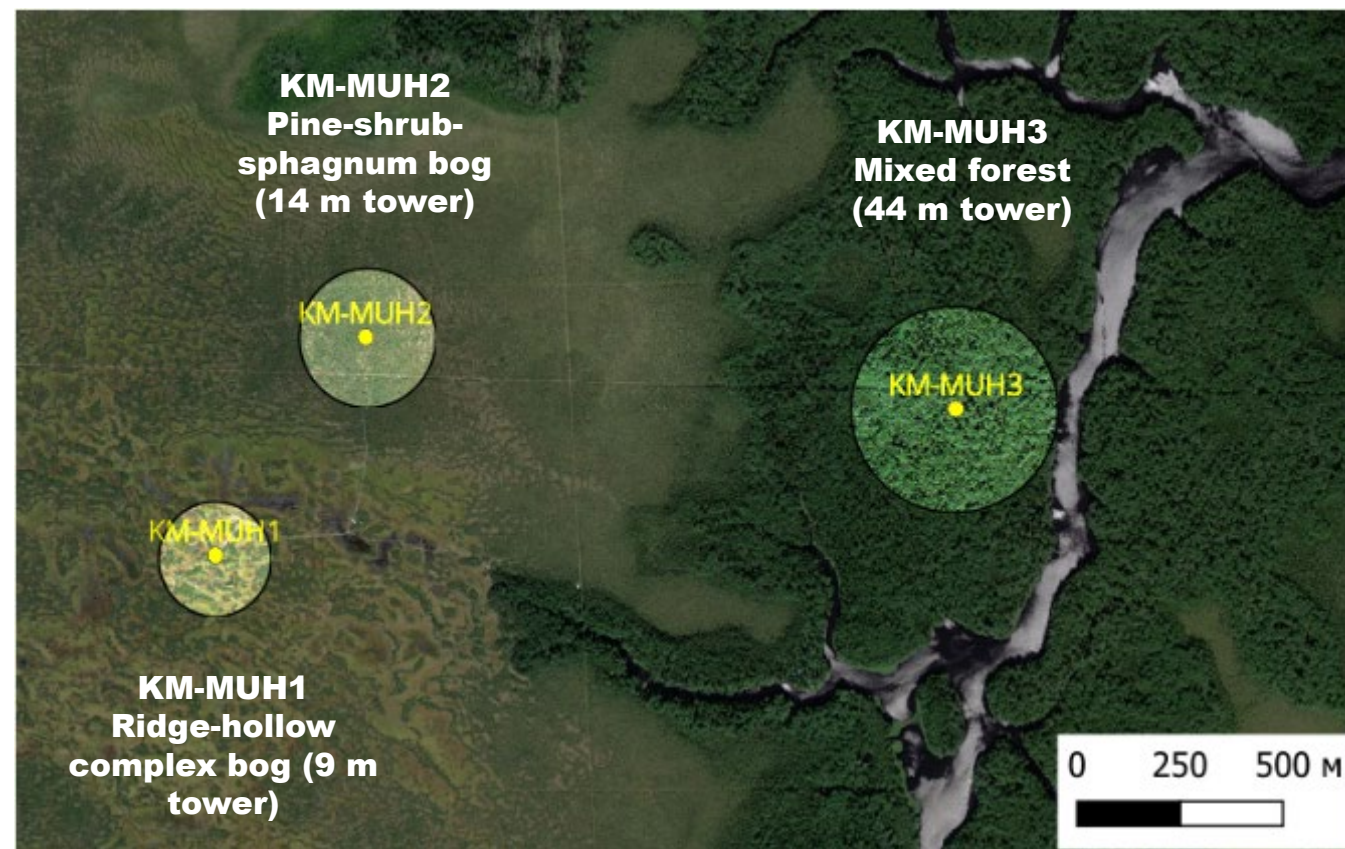
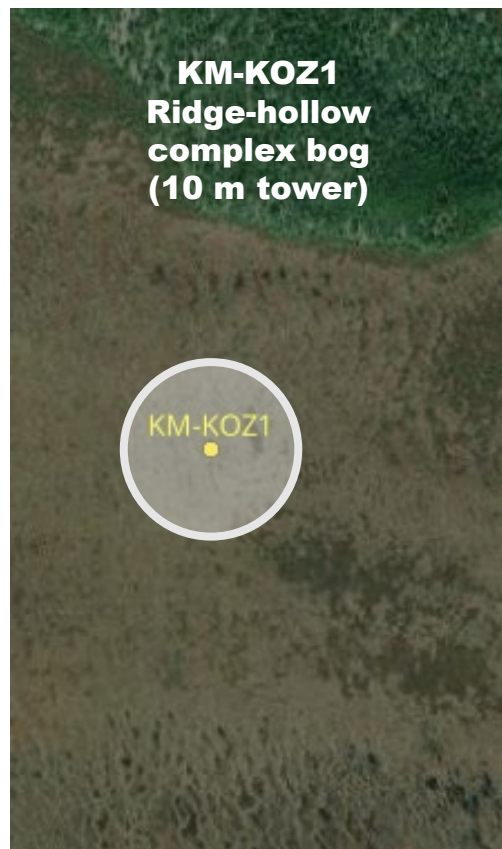


Локальная сеть эколого-климатических станций Ханты-Мансийского Автономного округа

Кондинские озера ●

400 km

● Мухрино



МУН01 – Грядово-мочажинный комплекс



МУН02 – Сосново-кустарничково-сфагновое болото (Рям)



МУН03 – Смешанный пихтово-кедрово-березово-осиновый лес



КОЗ01 – Грядово-мочажинный комплекс



КОZ02 – Сосняк беломошный

