



Оценка запасов углерода в фитомассе, мортмассе, почве еловых и сосновых экосистем, почвенной эмиссии и экосистемного обмена парниковых газов в хвойных лесах и основных типах болот таежной зоны на европейском северо-востоке Российской Федерации

*(По материалам отчета **Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН** по теме ВИП ГЗ за 2022 г., рег. № 122101000005-8)*

Загирова С.В.

Направление 1. Создание сети мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России на основе стандартизированной инфраструктуры мирового уровня



Заявленная цель - научно-методическое и информационное обоснование создания региональной сети мониторинга парниковых газов и учета запасов углерода в наземных экосистемах европейского северо-востока России.

Заявленные задачи

1. На основе многолетнего мониторинга на европейском северо-востоке Российской Федерации оценить запасы углерода в фитомассе, мортмассе и почве еловых и сосновых экосистем; почвенную эмиссию диоксида углерода и метана в хвойных и лиственно-хвойных фитоценозах; экосистемный обмен парниковых газов в хвойных лесах и основных типах болот таежной зоны.

2. Создать региональную сеть мониторинга потоков парниковых газов и запасов углерода в Республике Коми.

3. Создать электронный архив данных по потокам парниковых газов и пулам углерода в лесных и болотных экосистемах таежной зоны на европейском северо-востоке Российской Федерации.

4. Создать специализированные государственные информационные системы с тематическими слоями на основе электронных архивов данных и спутниковых съемок для модельного объекта.

5. Интегрирование данных в единую информационно-аналитическую систему.

Результаты

Подготовлена база химико-аналитических данных по почвам в биогеоценозах на стационарных пунктах наблюдений, включая сведения о мощности генетических горизонтов, их плотности и содержании органического углерода.

Региональная сеть мониторинга запасов углерода и потоков парниковых газов включает восемь лесных и почвенных стационаров в тундровой и таёжных экосистемах на европейском северо-востоке России.

Обобщены данные по запасам углерода в фитомассе тринадцати типов сосновых и пяти типов еловых лесов средней и северной подзон тайги, в мортмассе среднетаёжных ельников и сосняков .

Обобщены сведения о мониторинге почвенной эмиссии парниковых газов в сосновых и еловых лесах, болотах таёжной зоны за период наблюдений с 2011 по 2020 гг.

Электронные архивы данных экосистемного обмена парниковых газов содержат результаты измерений методом турбулентных пульсаций в ельнике среднетаёжной подзоны за 2013-2021 гг., на болотах средней и крайнесеверной тайги за 2012-2017 гг.

На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя) .

Исполнители: отдел почвоведения, отдел флоры и растительности Севера, отдел лесобиологических проблем Севера

Результата 1. Подготовлена база химико-аналитических данных по почвам в биогеоценозах на стационарных пунктах наблюдений, включая сведения о мощности генетических горизонтов, их плотности и содержании органического углерода



Почвы таежной зоны

Пески

Суглинки



Подзолы

Подзолистые

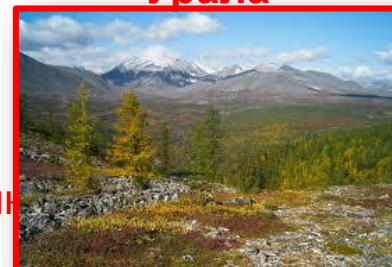


Торфяно-подзолы

Торфяно-подзолисто-глеевые

Почвы Приполярного Урала

Почвы южной тундры



Общая площадь Республики Коми – **417** тыс. км²

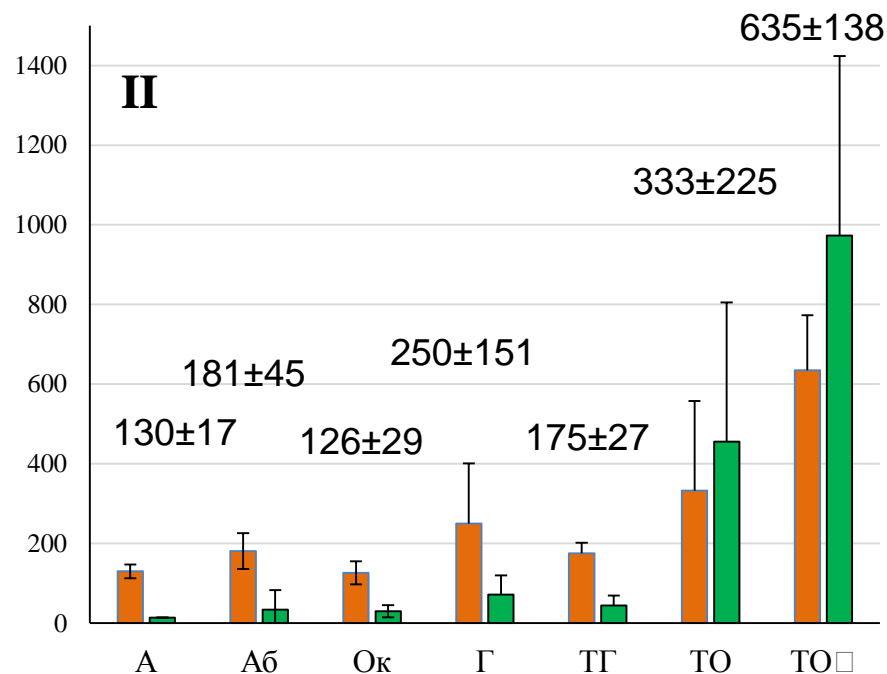
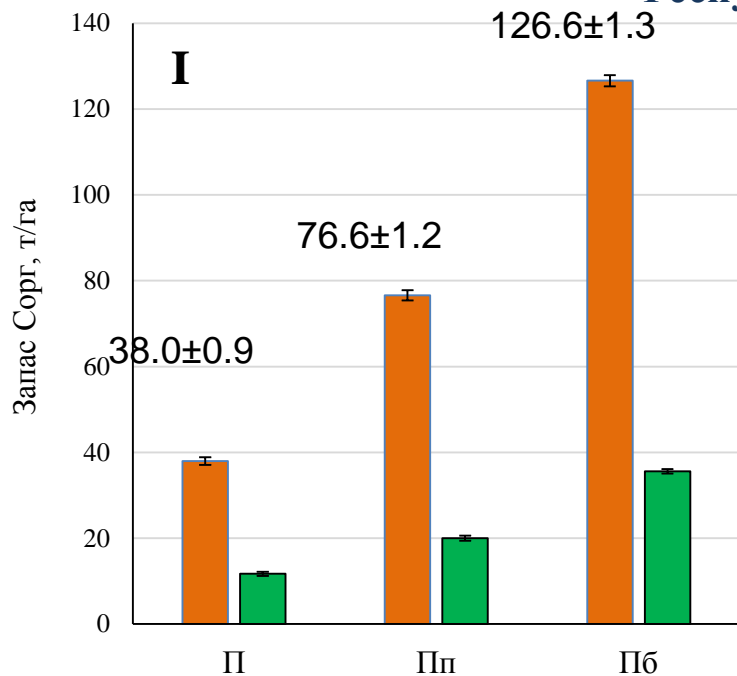
Лесопокрытая площадь – **287,5** тыс.км²

Зона тундры занимает около **2** % площади республики
лесотундры — около **8,1** %, тайги — около **89** %.

Результат 1. Подготовлена база химико-аналитических данных по почвам в биогеоценозах на стационарных пунктах наблюдений, включая сведения о мощности генетических горизонтов, их плотности и содержании органического углерода



Запасы органического углерода в различных типах таежных (I) и тундровых (II) почв Республики Коми



Условные обозначения:

0-100 см профиля

Органогенный горизонт

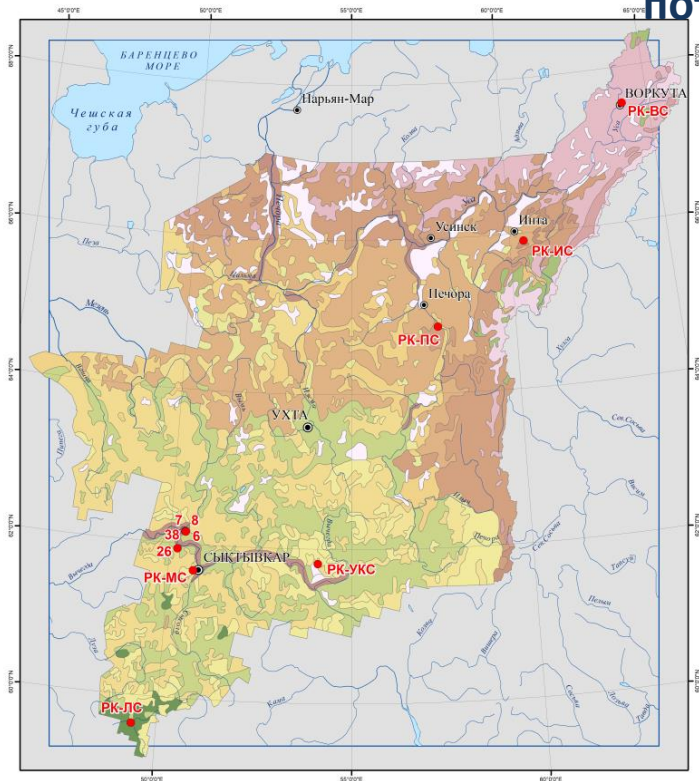
П – подзолы; Пп – подзолистые;
Пб – торфяно-подзолисто-глеевые

А – аллювиальные, Аб – аллювиальные болотные,
Ок – криометаморфические, Г – глееземы, ТГ – торфяно-глееземы,
ТО – торфяные олиготрофные, ТО⊥ – торфяные олиготрофные мерзлотные

Результат 2: Региональная сеть мониторинга запасов углерода и потоков парниковых газов включает восемь лесных и почвенных стационаров в тундровой и таёжных экосистемах на европейском северо-востоке России



Стационары региональной сети мониторинга запасов углерода и потоков парниковых газов



Растительный покров

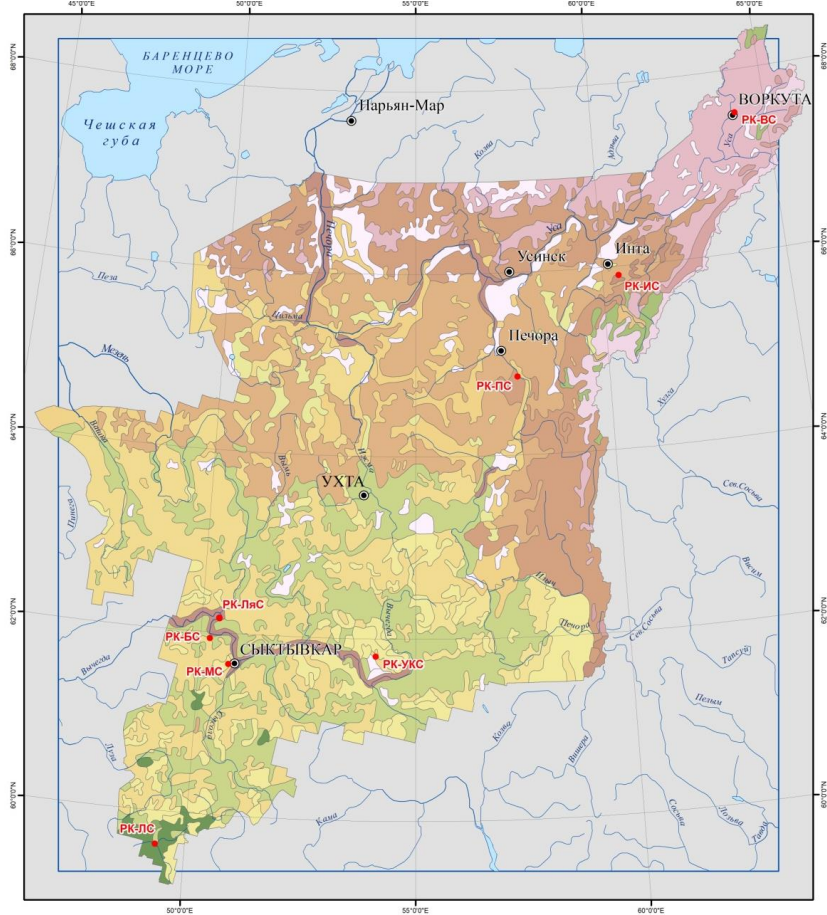
- Южнотаяжные осиново-березовые леса
- Южнотаяжные еловые леса
- Травяно-осоково-моховые тундры
- Среднетаяжные сосновые леса
- Среднетаяжные редостойные березовые леса
- Среднетаяжные пихтово-еловые леса
- Среднетаяжные кедрово-еловые леса
- Среднетаяжные еловые леса
- Северотаяжные редостойные сосновые леса
- Северотаяжные редостойные лиственничные леса
- Северотаяжные редостойные березово-еловые леса
- Предтундровые и горные березово-еловые редколесья
- Предтундровые березовые редколесья
- Пойменные леса и кустарники
- Кустарничково-мохово-лишайниковые тундры
- Кустарниковые тундры
- Каменные тундры и голыцы
- Болота

№ п/п	Название стационара	Специфика стационара	Условное обозначение стационара на карте	Биоклиматическая зона/подзона
1	Воркутинский	Почвенный	РК-ВС	Южная тундра
2	Интинский	Болотный	РК-ИС	Крайнесеверная тайга
3	Печорский	Почвенный	РК-ПС	Северная тайга
4	Ляльский	Лесозоологический	РК-ЛяС	Средняя тайга
5	Усть-Пожегский	Болотный	РК-БС	Средняя тайга
6	Максимовский	Почвенный	РК-МС	Средняя тайга
7	Усть-Куломский	Почвенный	РК-УКС	Средняя тайга
8	Летский	Почвенный	РК-ЛС	Южная тайга

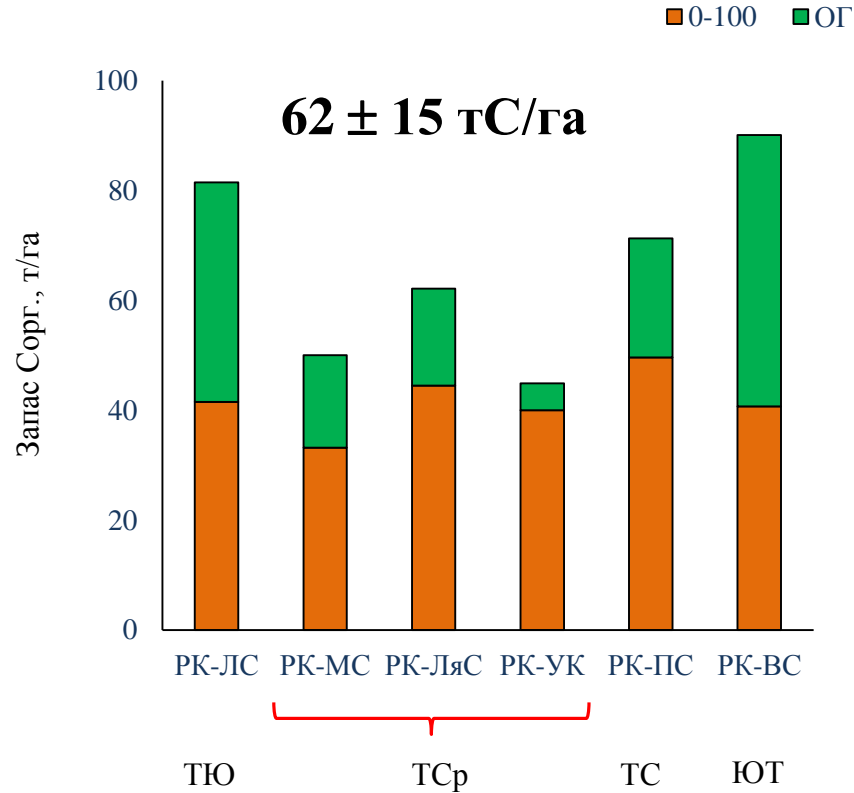


Результат 1. Подготовлена база химико-аналитических данных по почвам в биогеоценозах на стационарных пунктах наблюдений, включая сведения о мощности генетических горизонтов, их плотности и содержании органического углерода

Запасы органического углерода в различных типах почв на территории стационаров ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН



- Растительный покров**
- Южнотаяжные осиново-березовые леса
 - Южнотаяжные еловые леса
 - Травяно-осоково-моховые тундры
 - Среднетаяжные сосновые леса
 - Среднетаяжные редкостойные березовые леса
 - Среднетаяжные пихтово-еловые леса
 - Среднетаяжные кедрово-еловые леса
 - Среднетаяжные еловые леса
 - Северотаяжные редкостойные сосновые леса
 - Северотаяжные редкостойные лиственничные леса
 - Северотаяжные редкостойные березово-еловые леса
 - Предтундровые и горные березово-еловые редколесья
 - Предтундровые березовые редколесья
 - Пойменные леса и кустарники
 - Кустарничково-мохово-лишайниковые тундры
 - Кустарниковые тундры
 - Каменные тундры и голыцы
 - Болота



Биоклиматические зоны/подзоны:
 ТЮ – южная тайга; ТСр – средняя тайга;
 ТС – северная тайга; ЮТ – южная тундра.

Результата 2. Подготовлена база химико-аналитических данных по почвам в биогеоценозах на стационарных пунктах наблюдений, включая сведения о мощности генетических горизонтов, их плотности и содержании органического углерода



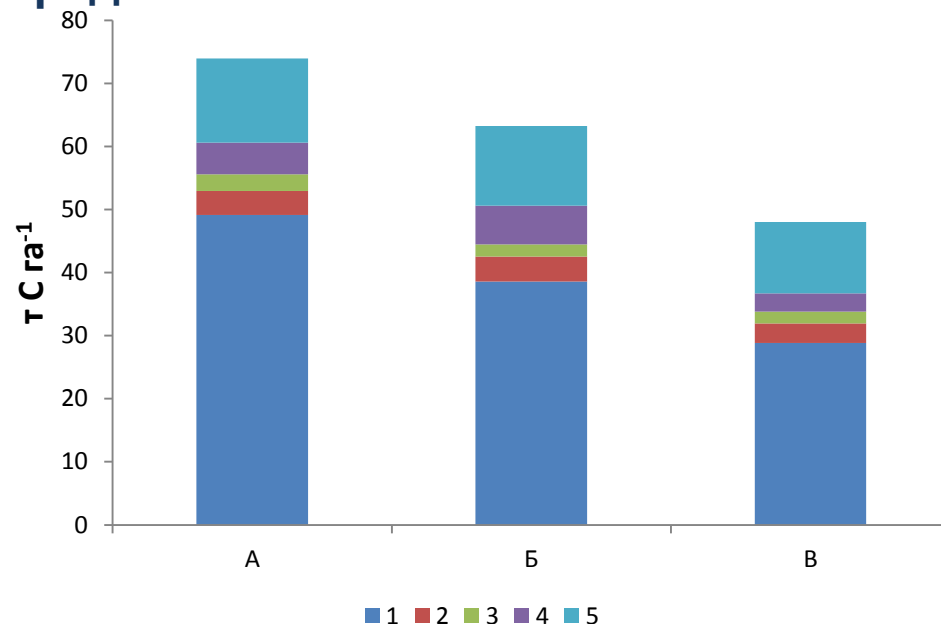
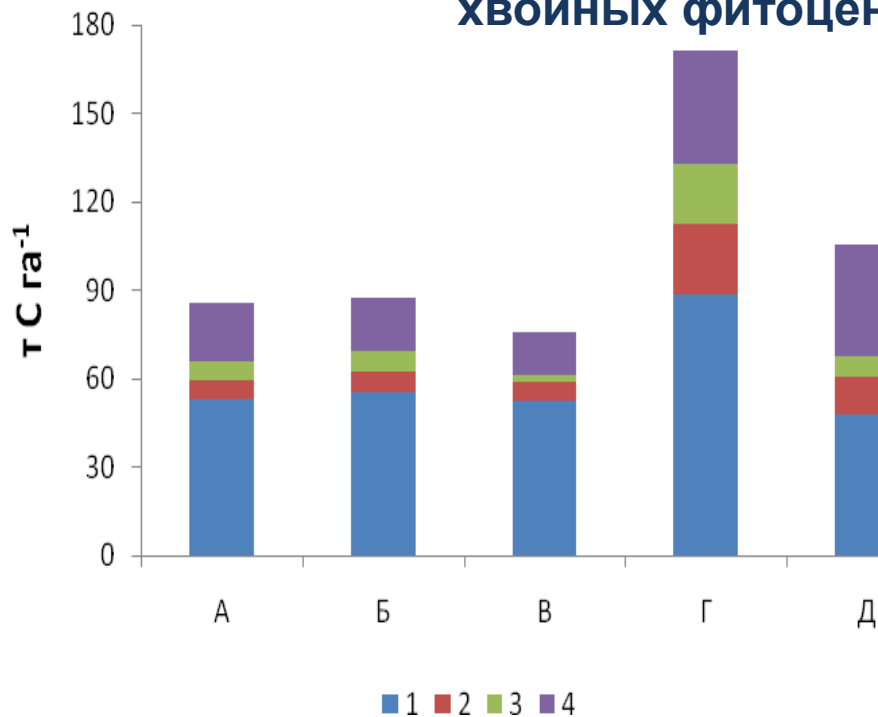
Выводы по результатам обобщения данных по оценке запасов углерода органического вещества почв:

1. Анализ имеющихся опубликованных и архивных данных выявил недостаток сведений в части оценки реальной плотности почв, содержания в почвах крупнозема (скелета почвы), присутствие которого может оказывать влияние расчет запасов почвенного углерода.
2. Выявлен недостаток опубликованных данных о содержании и запасах органического углерода в почвах долинных ландшафтов (различные типы аллювиальных почв) и болотных почв различного генезиса в таежной зоне Республики Коми.
3. Все отмеченные недостатки не позволяют перейти к оценке запасов почвенного углерода на региональном уровне (с учетом особенностей структуры почвенного покрова) и требуют продолжения работы по оценке запасов углерода в почвах Республики Коми.

Результат 3. Обобщены данные по запасам углерода в фитомассе тринадцати типов сосновых и пяти типов еловых лесов средней и северной подзон тайги, в мортмассе среднетаёжных ельников и сосняков.



Запас и фракционный состав углерода в древостоях хвойных фитоценозов средней тайги



Еловые и хвойно-лиственные фитоценозы:
 А – ельник чернично-сфагновый, Б – ельник долгомошно-сфагновый, В – лиственно-хвойный фитоценоз (45 лет), Г – лиственно-хвойный фитоценоз (60 лет), Д – ельник зеленомошный.

1 – ствол (стволовая древесина, включая кору),
 2 – ветви, 3 – хвоя (листья), 4 – корни

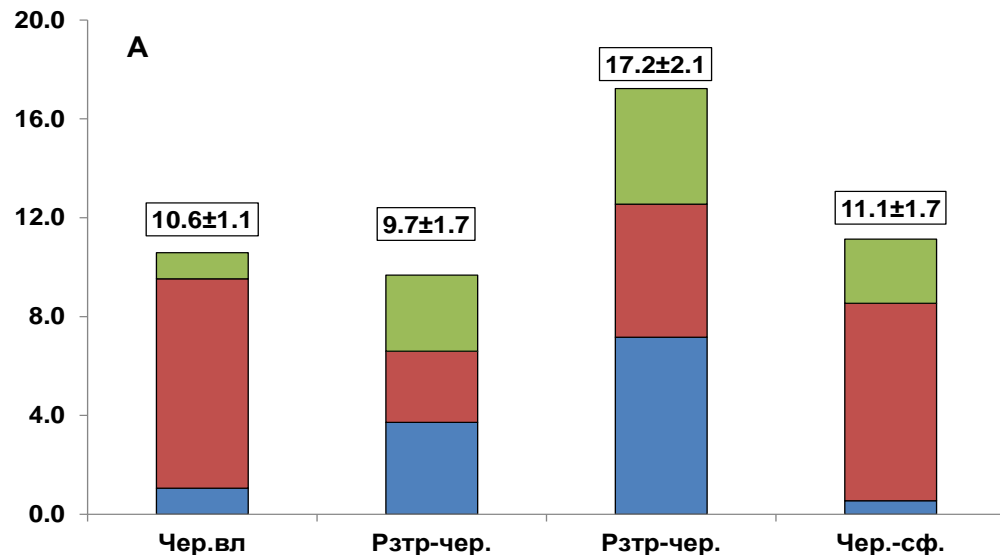
Сосновые фитоценозы:
 А – сосняк черничный, Б – сосняк лишайниковый, В – сосняк сфагновый.

1 – древесина ствола, 2 – кора,
 3 – ветви, 4 – хвоя (листья), 5 – корни

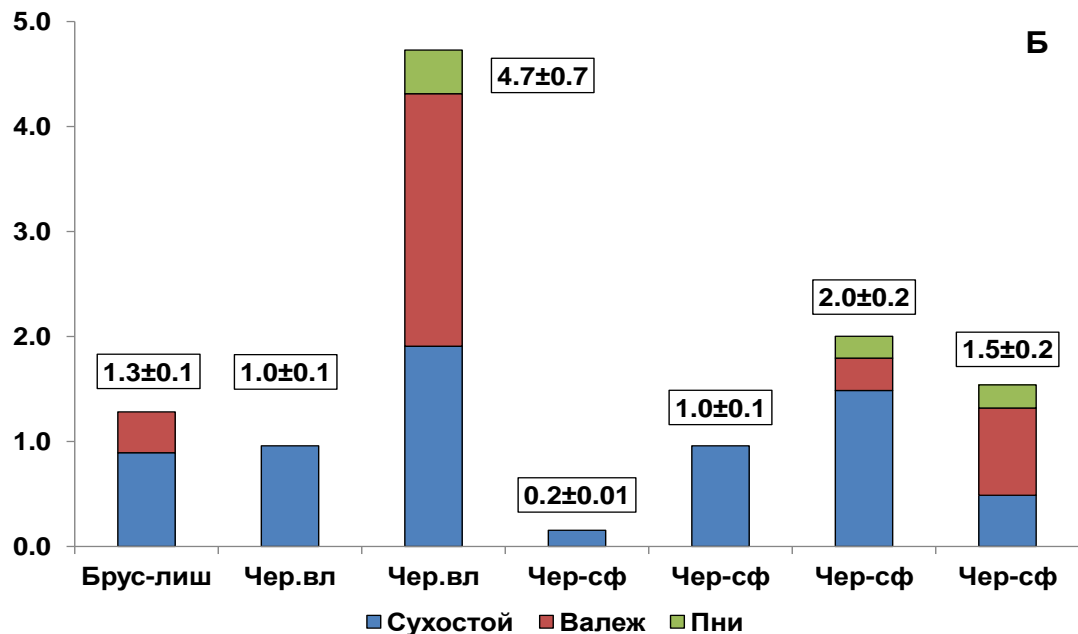
УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.

Москва, 15–16 февраля 2023 г.

Результат 3. Обобщены данные по запасам углерода в фитомассе тринадцати типов сосновых и пяти типов еловых лесов средней и северной подзон тайги, в мортмассе среднетаёжных ельников и сосняков



Запасы углерода (т/га) крупных древесных остатков в среднетаежных ельниках (А) и сосняках (Б) лесных стационаров Института биологии



Результат 3. Обобщены данные по запасам углерода в фитомассе тринадцати типов сосновых и пяти типов еловых лесов средней и северной подзон тайги, в мортмассе среднетаёжных ельников и сосняков



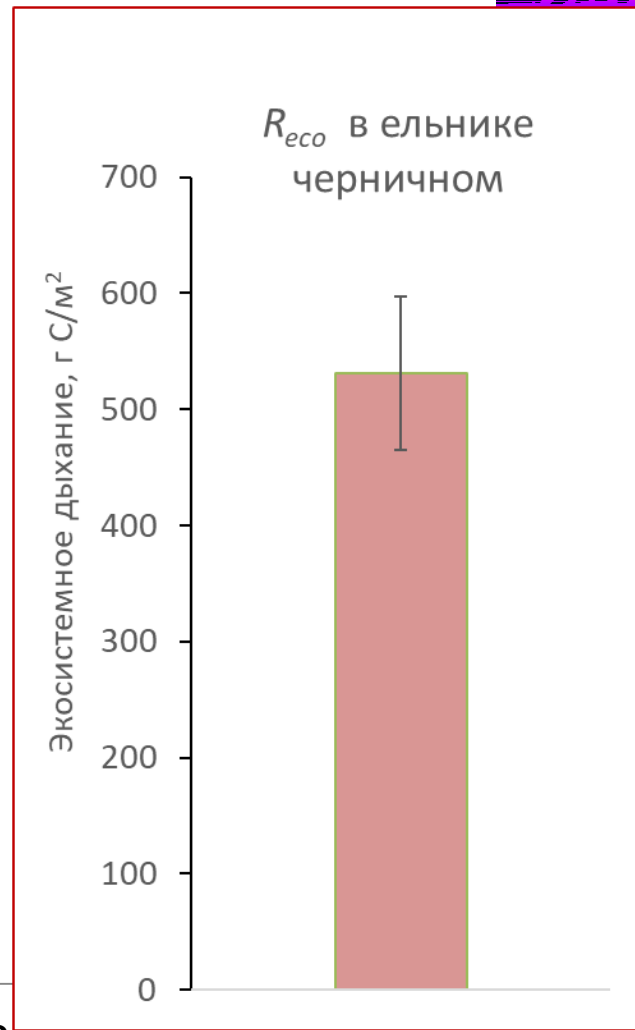
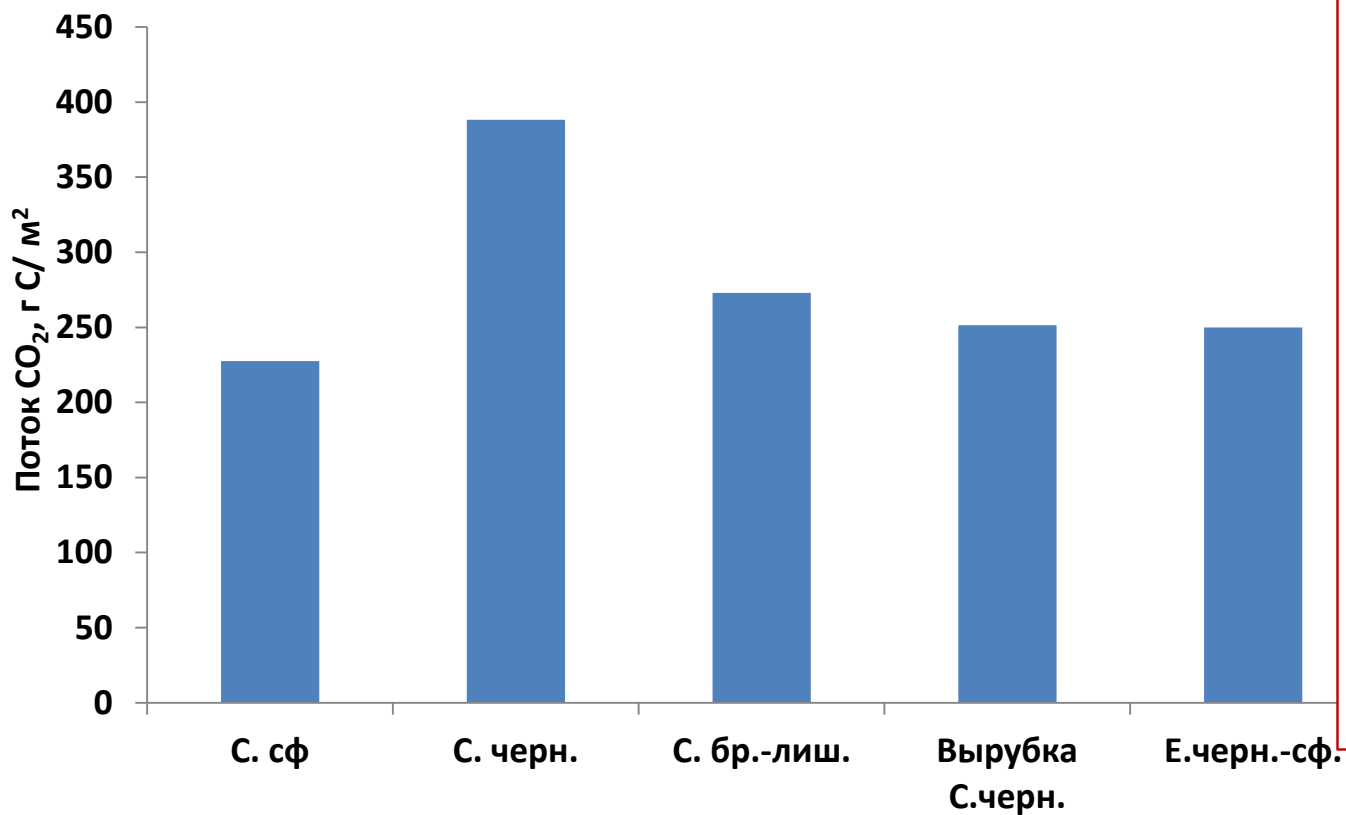
Выводы по результатам оценки запасов углерода в фитомассе и мортмассе в лесных сообществах:

1. Опубликованные данные получены в основном в сосновых и еловых насаждениях среднетаёжной подзоны;
2. Недостаточно сведений о запасах углерода в фитомассе и мортмассе в лиственных насаждениях, которые занимают значительные площади в Республике Коми;
3. В отличие от надземной фитомассы, реальные опубликованные сведения о массе корней в древостоях единичны, чаще всего этот показатель определяют расчетным путем, что может снижать или повышать оценку запасов углерода.

Результат 5. Обобщены сведения о мониторинге почвенной эмиссии парниковых газов в сосновых и еловых лесах, болот таёжной зоны за период наблюдений с 2011 по 2020 гг.



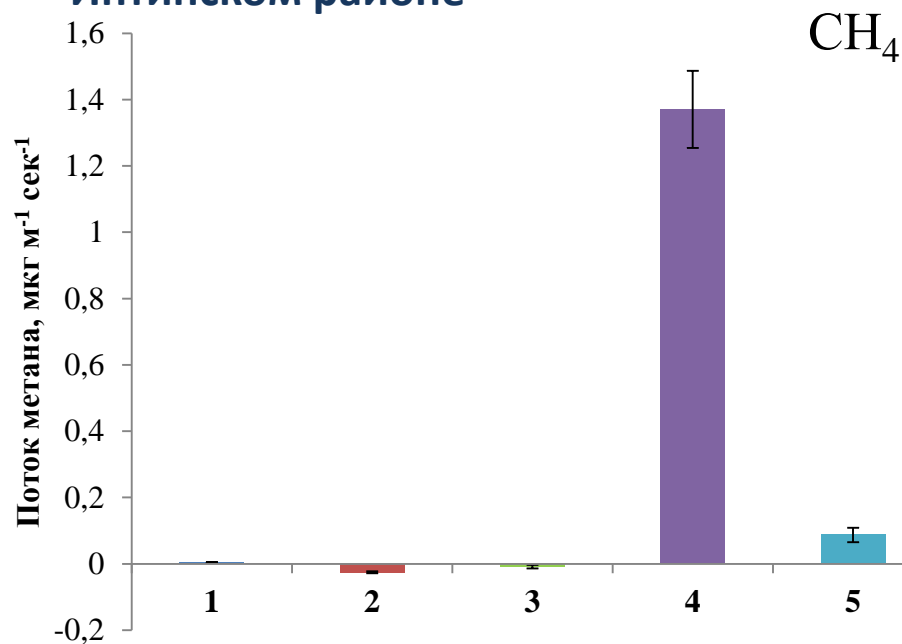
Потери углерода с дыханием почв в среднетаежных сосняках и ельниках в мае-октябре



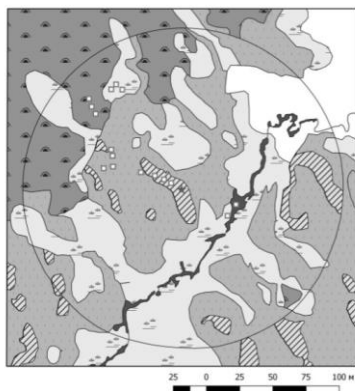
Результат 4. Обобщены сведения о мониторинге почвенной эмиссии парниковых газов в сосновых и еловых лесах, болот таёжной зоны за период наблюдений с 2011 по 2020 гг.



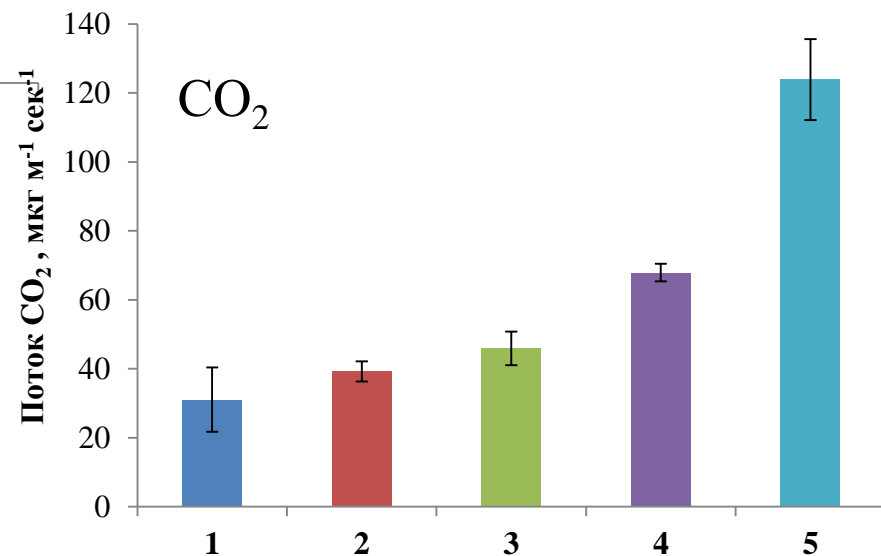
Эмиссии метана и диоксида углерода на крупнобугристом болоте в Интинском районе



Тип напочвенного покрова:
1- торф без растительности;
2-лишайниковое сообщество;
3-кустарничково-лишайниковое сообщество;
4-пушицево-сфагновое сообщество;
5-кустарничково-сфагновое сообщество .



Карта-схема ландшафта крупнобугристого болота



Результат 4. Обобщены сведения о мониторинге почвенной эмиссии парниковых газов в сосновых и еловых лесах, болот таёжной зоны за период наблюдений с 2011 по 2020 гг.

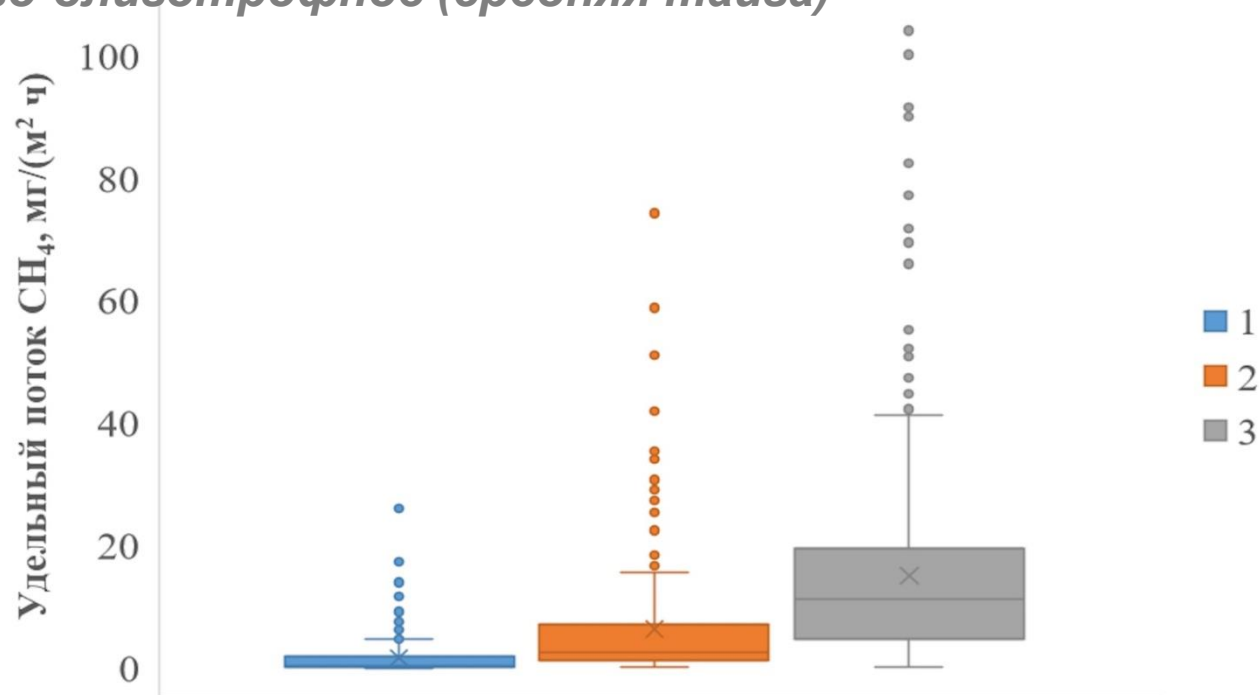


Поток метана в атмосферу с поверхности разных типов болот (по камерным измерениям):

1 – крупнобугристое (крайне северная тайга);

2 – аапа (северная тайга);

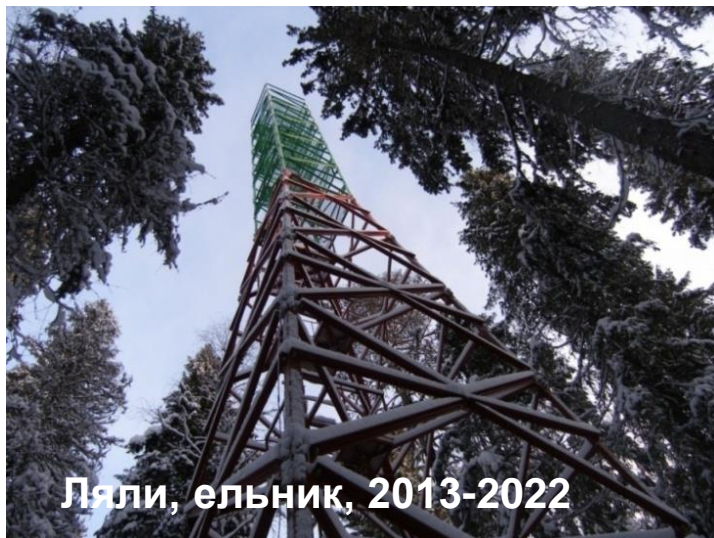
3 - мезо-олиготрофное (средняя тайга)



* Точки соответствуют выбросам метана



Результат 5. Электронный архив данных экосистемного обмена парниковых газов содержит результаты измерений методом турбулентных пульсаций в ельнике среднетаёжной подзоны, на болотах средней и крайне северной тайги



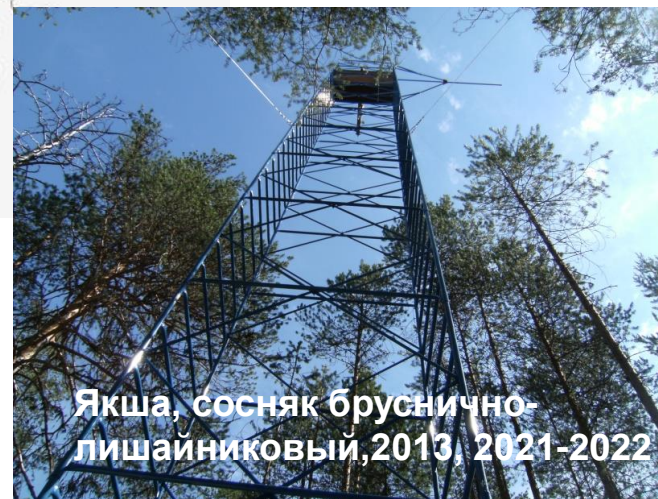
Ляли, ельник, 2013-2022



Инта, крупнобугристое болото, 2014-2017



Усть-Пожег, мезо-олиготрофное болото, 2012-2017

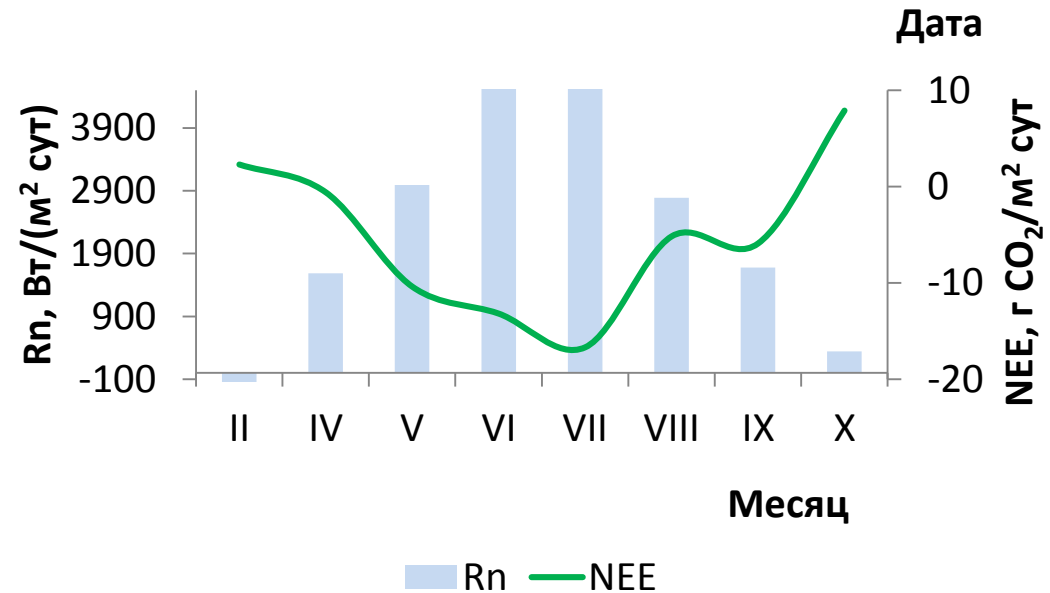
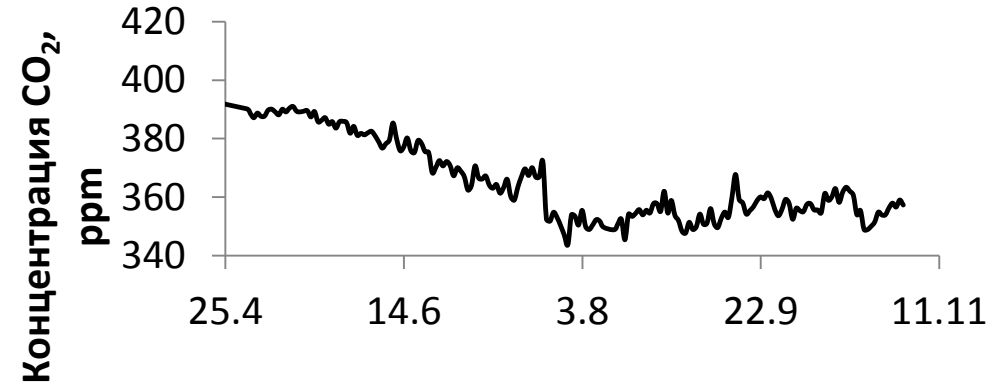
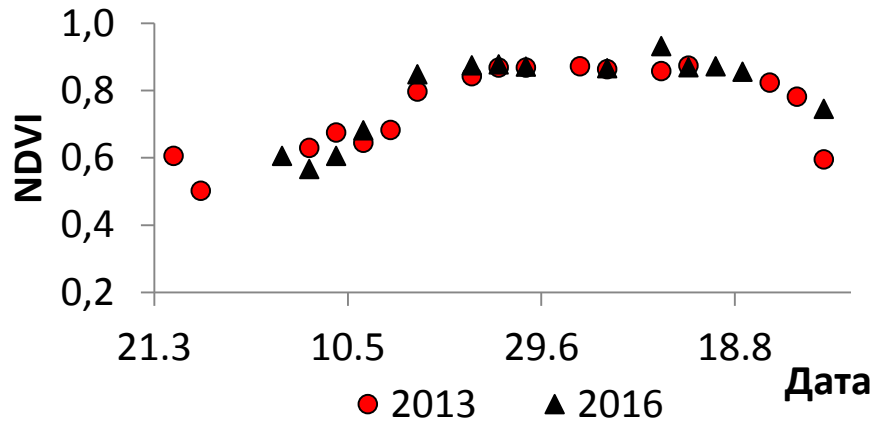


Якша, сосняк бруснично-лишайниковый, 2013, 2021-2022

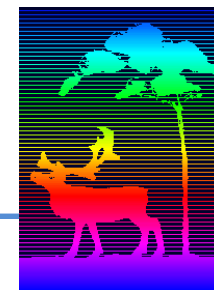
Результат 5. Электронный архив данных экосистемного обмена парниковых газов содержит результаты измерений методом турбулентных пульсаций в ельнике среднетаёжной подзоны, на болотах средней и крайне северной тайги



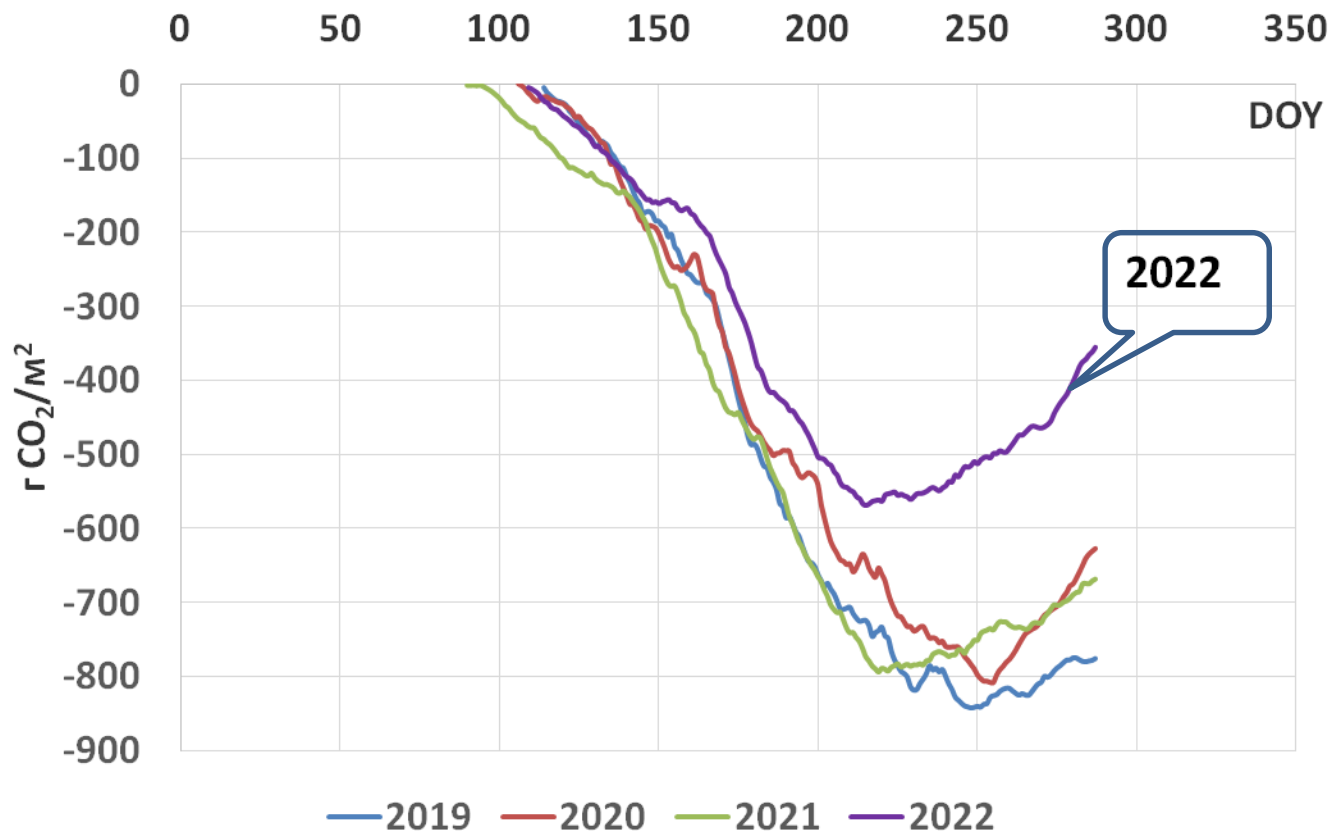
Сезонный ход $NDVI$, концентрации CO_2 в атмосферном воздухе, R_n и NEE над пологом елового леса



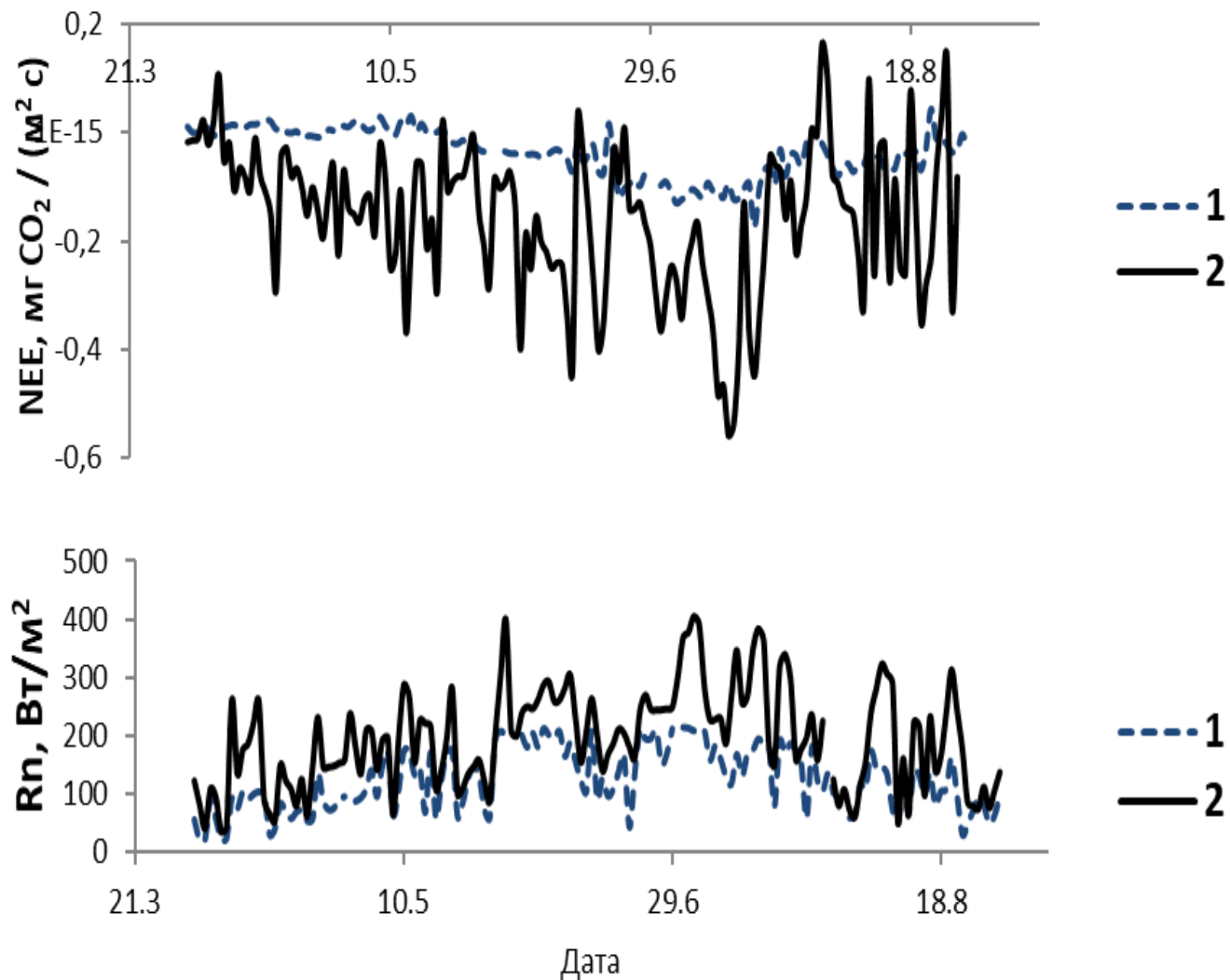
Результат 5. Электронный архив данных экосистемного обмена парниковых газов содержит результаты измерений методом турбулентных пульсаций в ельнике среднетаёжной подзоны, на болотах средней и крайне северной тайги



Кумулятивный поток CO_2 между еловым лесом и приземной атмосферой в период активной вегетации 2019-2022 гг.



Результат 5. Электронный архив данных экосистемного обмена парниковых газов содержит результаты измерений методом турбулентных пульсаций в ельнике среднетаёжной подзоны, на болотах средней и крайне северной тайги



----- 1
———— 2

Нетто-обмен (NEE) и радиационный баланс (Rn) в экосистеме мезо-олиготрофного болота (1) и елового леса (2) среднетаёжной подзоны в 2013 г.

Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)



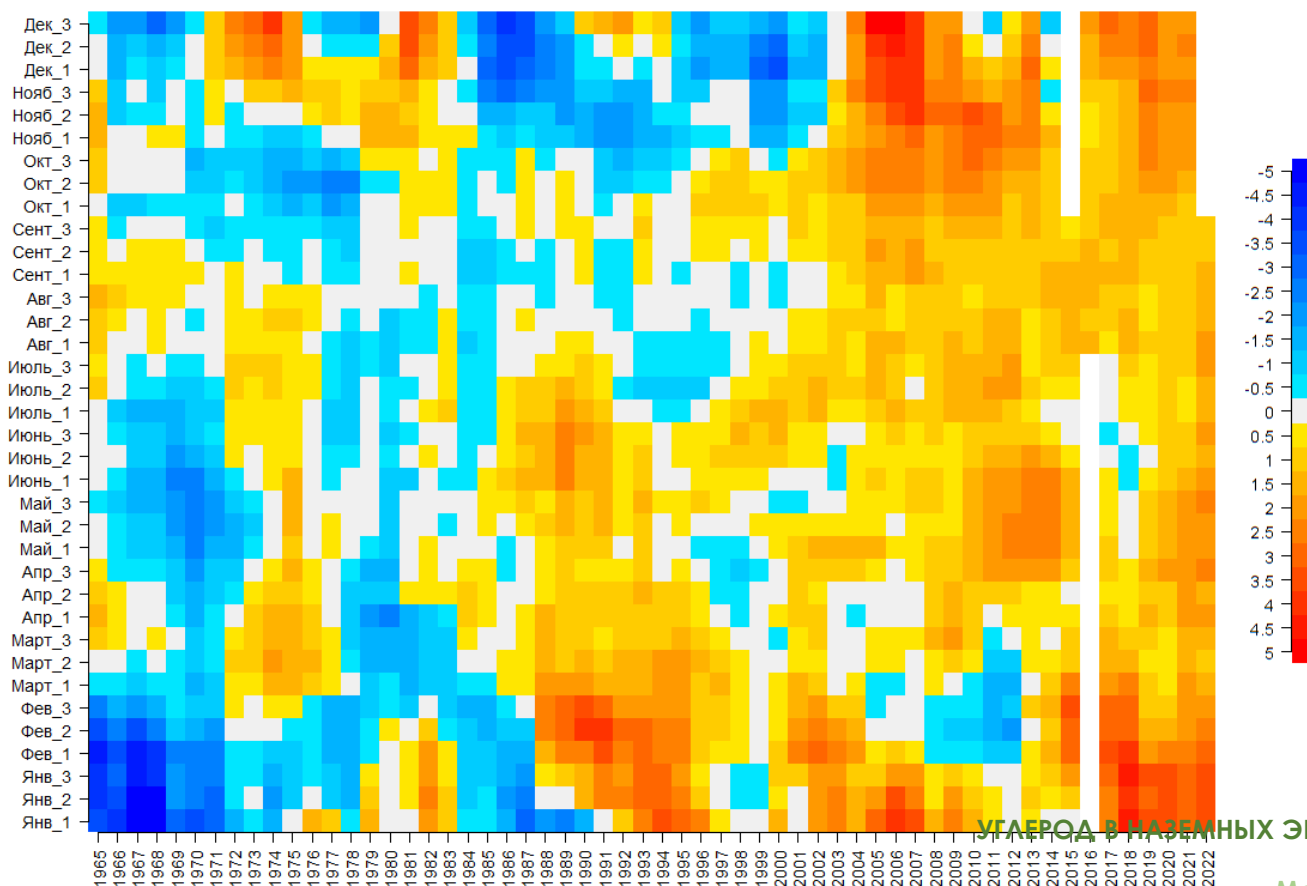
Основные проблемы в организации сети мониторинга парниковых газов в регионе:

1. Отсутствие возможности регулярно обновлять и поверять измерительные системы;
2. Подготовка квалифицированных специалистов, способных обслуживать измерительные системы, проводить качественный анализ полученных результатов измерений.

Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС-карты тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)



Отклонения значений декадных приземных температур воздуха от средних многолетних показателей по метеостанции Усть-Вымь (1965-2022 гг.)



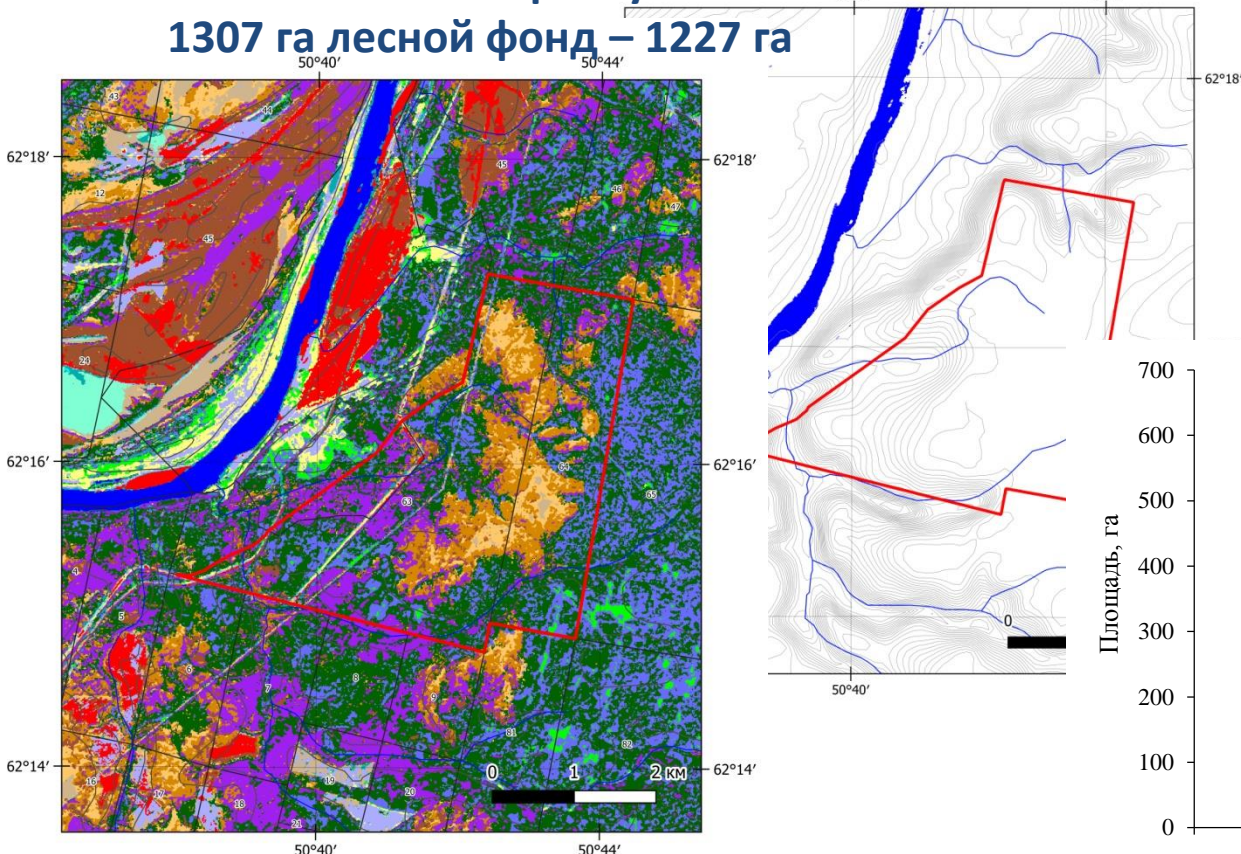
УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.

Москва, 15–16 февраля 2023 г.

Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)

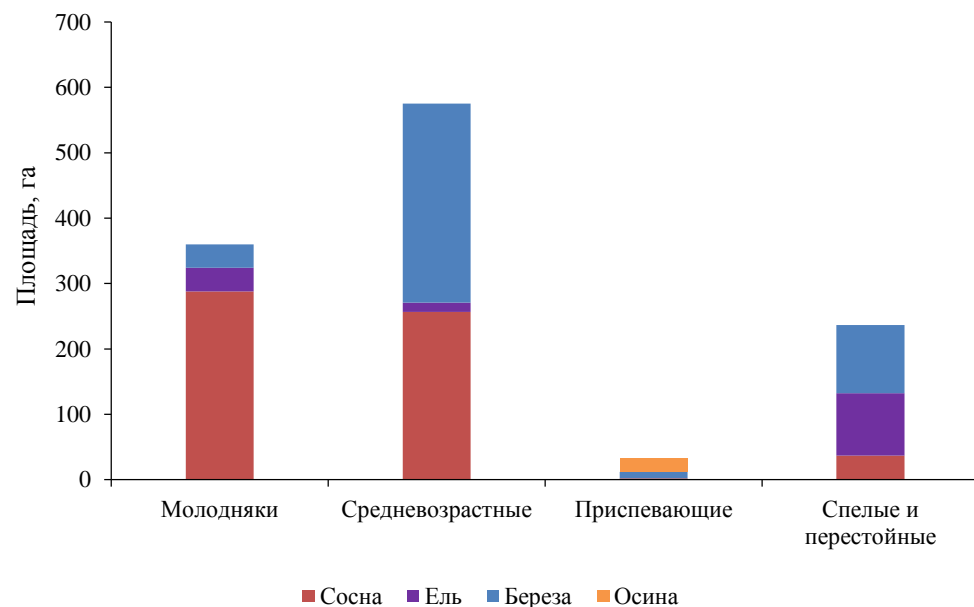


Лесной заказник республиканского значения «Ляльский», общая площадь 1307 га лесной фонд – 1227 га



- | | |
|--|--|
| ■ Водные поверхности | ■ Сосняки лишайниковые |
| ■ Территории без растительности | ■ Сосняки кустарничково-зеленомошные |
| ■ Луга | ■ Сосняки сфагновые |
| ■ Молодые лиственные леса | ■ Болота с редкостойной сосной |
| ■ Кустарники | ■ Болота сфагновые |
| ■ Березняки зрелые | ■ Болота травяные |
| ■ Смешанные леса | ■ Болота грядово-мочажинные |
| ■ Ельники кустарничково-зеленомошные | |

Распределение площади лесов лесфонда заказника «Ляльский» по преобладающим породам и группам возраста



УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.

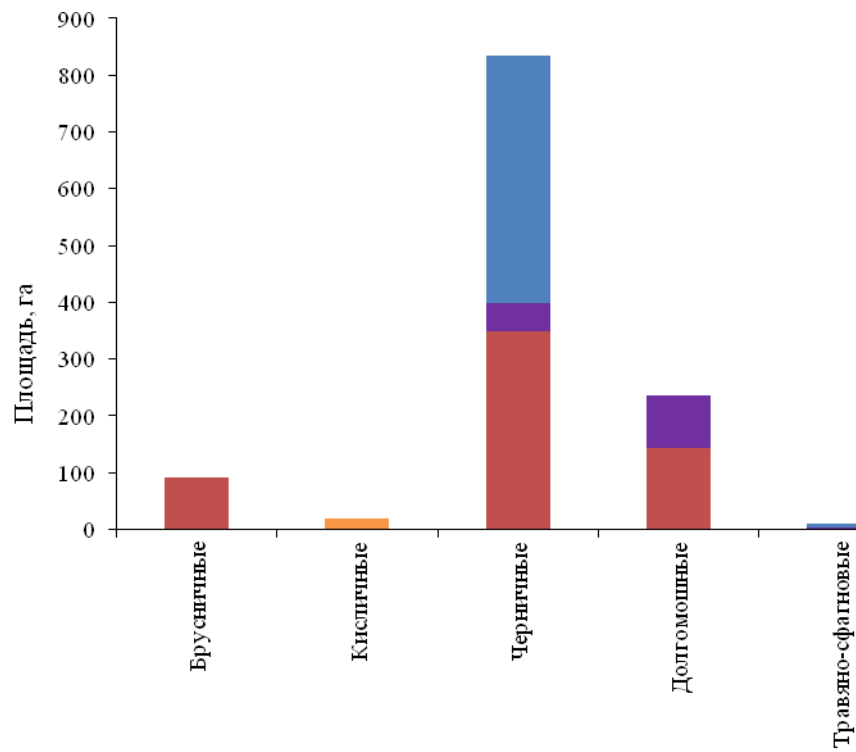
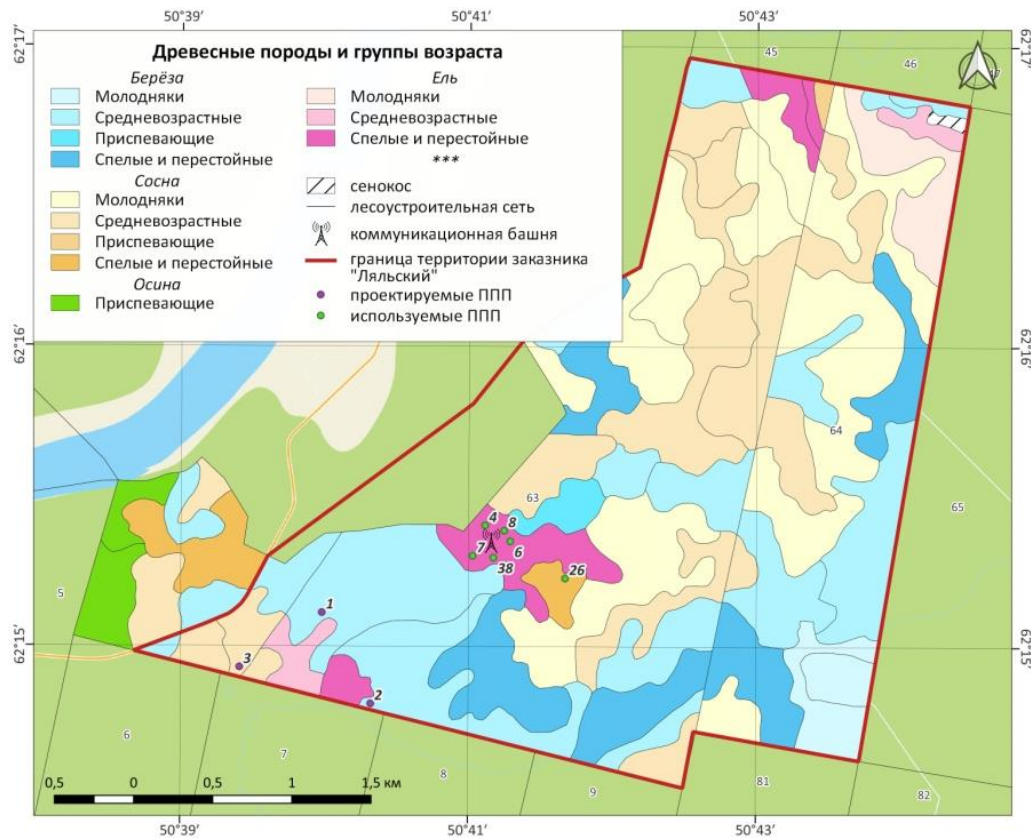
Москва, 15–16 февраля 2023 г.

Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)



Лесной фонд заказника «Ляльский»

Распределение лесопокрытой площади лесфонда заказника «Ляльский» по типам леса



■ Сосна ■ Ель ■ Береза ■ Осина

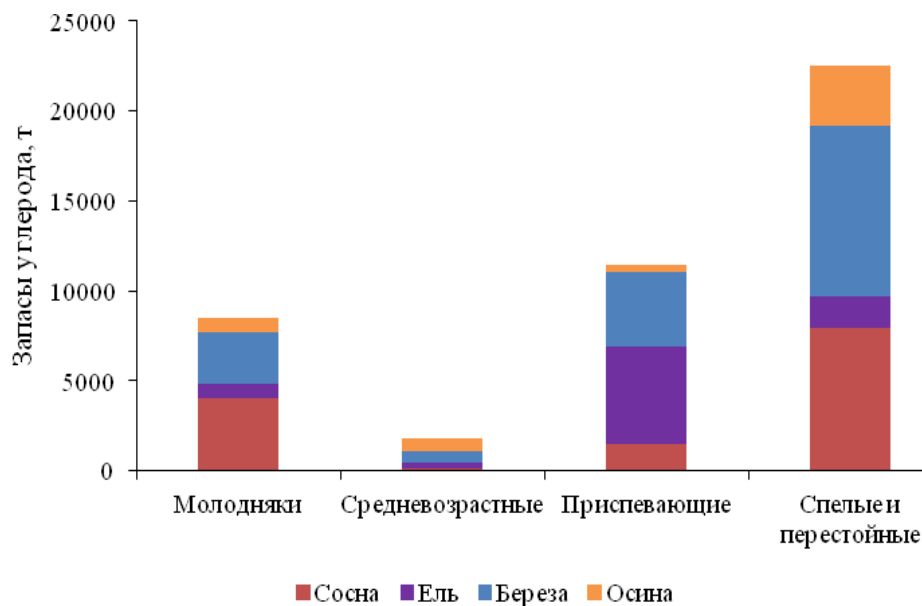
Москва, 15–16 февраля 2023 г.

РИНГ.

Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков созданы ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)



Распределение запасов углерода органического вещества в древостоях лесфонда заказника «Ляльский»



Запасы углерода в древостоях лесов на территории заказника «Ляльский»



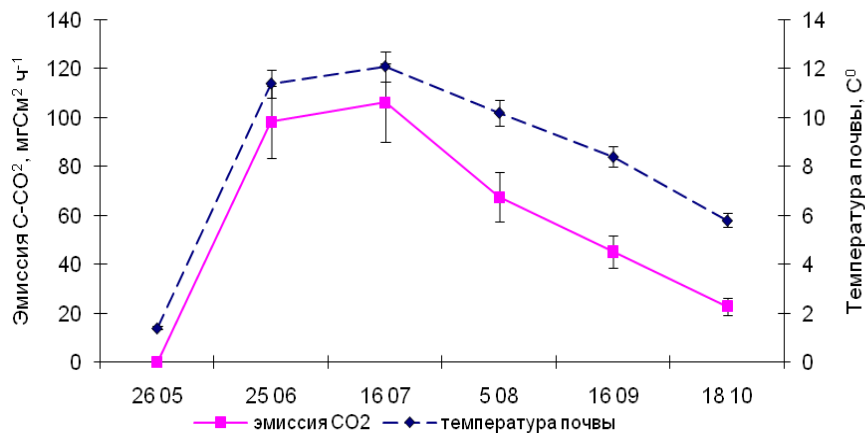
Результат 6. На основе электронных архивов данных и спутниковых снимков создан ГИС с тематическими слоями для модельного объекта «Ляльский» (рельеф, растительный покров, типы леса, возрастная структура древостоя, запас углерода в фитомассе древостоя)



Ельник чернично-сфагновый



Сосняк сфагновый



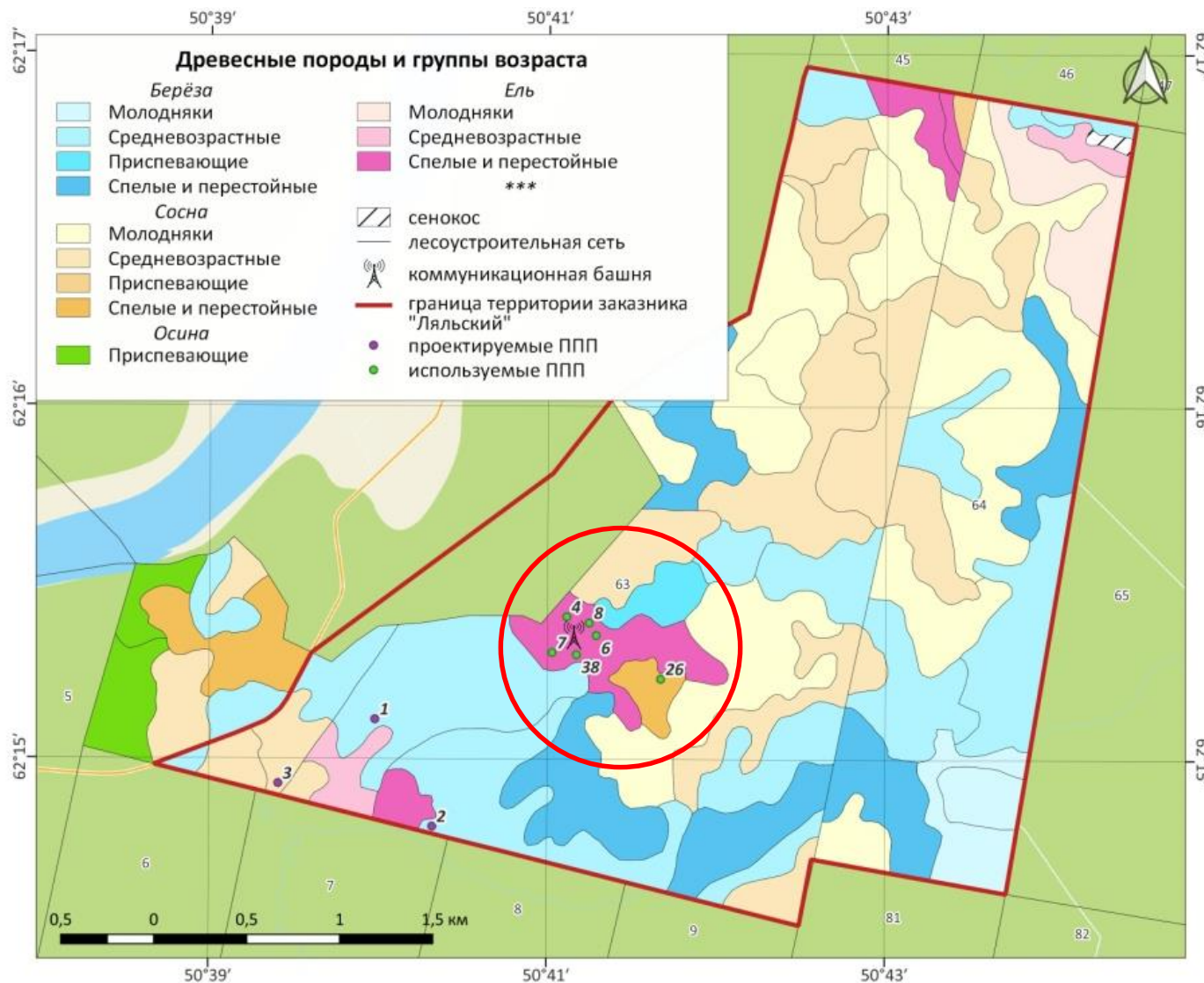
Сезонная динамика эмиссии CO₂ с поверхности почвы по годам наблюдений



УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.

Москва, 15–16 февраля 2023 г.

Лесной фонд заказника «Ляльский»



ИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.
а, 15–16 февраля 2023 г.

Заключение



1. Поставленные задачи по проекту ВИП ГЗ выполнены, полученные в 2022 г. результаты представлены в заключительном отчете.
2. На модельном объекте «Ляльский» возможно организовать полигоны: интенсивного мониторинга – в еловом насаждении (2023 г.); экстенсивного мониторинга - в сосняке (2023 г.) и лиственном насаждении (2024 г.).
3. Предполагается создание тестового полигона на болоте «Усть-Пожег» в 2024 г. для продолжения мониторинга климатически активных веществ.

Благодарность экспертам Института биологии, участвующим в проекте!



К.б.н., В.В. Елсаков



К.б.н., Е.М. Лаптева



К.с.-х.н., А.В. Манов



К.б.н., М.Н. Мигловец



К.б.н., А.Ф. Осипов



К.б.н., М.Н. Кузнецов

УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ.

Москва, 15–16 февраля 2023 г.