

ПАБСИ КНЦ РАН

Самый северный сад в России



Оценка параметров первичной продуктивности и основных составляющих цикла углерода в тундровых биогеоценозах Хибинских гор в 2023 г.

Д.А. Давыдов, Н.Ю. Шмакова, О.В. Ермолаева,
Е.И. Копейна, Т.И. Литвинова

Полярно-альпийский ботанический сад-институт
ФИЦ «Кольский научный центр»

КОНСОРЦИУМ

**РОССИЙСКИЕ
ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
МОНИТОРИНГА
углерода**

Направление работ в рамках консорциума:

Оценка параметров первичной продуктивности и основных составляющих цикла углерода в биогеоценозах горных тундр Кольской Субарктики

Цель исследований в 2023 г.:

определение основных составляющих цикла углерода в биогеоценозах горных тундр Кольской Субарктики

- выбор двух типичных типов биогеоценозов
- характеристика растительности
- характеристика почв
- анализ атмосферных осадков
- оценка запасов фитомассы
- сезонная динамика эмиссии CO_2 из почв

Регистрационный номер ЕГИСУ: 124020100077-6



Биогеоценоз «Горная тундра»

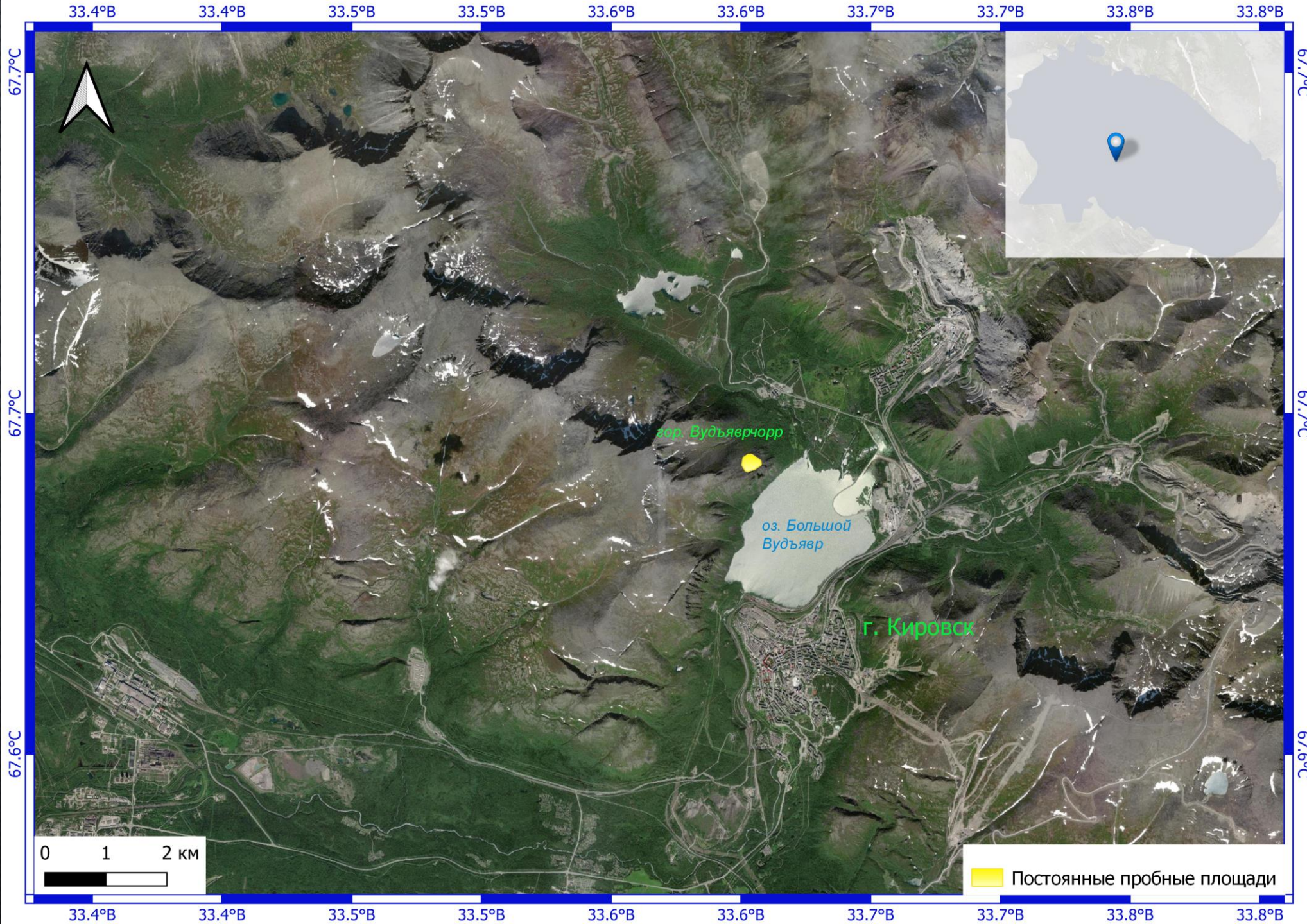
Мурманская
область,
г. Кировск с
подведомственной
территорией

Хибинский горный
массив

склон северо-
восточной
экспозиции г.
Вудъяврчорр

ООПТ Полярно-
альпийского
ботанического
сада-института

10 ППП
ППП = 0.1 га



Растительность

Два типа сообществ: **кустарничковая** (ерниковая) и **лишайниковая** тундра

- 5-кратная повторность для каждого типа сообществ;
- полные геоботанические описания с выделением микрогруппировок;
- сделана съемка и картирование растительного покрова ПП.



Класс *Loiseleurio-Vaccinietaea* Eggler ex Schubert 1960.
Порядок *Deschampsio flexuosae-Vaccinietaalia myrtilli* Dahl 1957
Союз *Loiseleurio-Arctostaphylion* Kalliola ex Nordhagen 1943

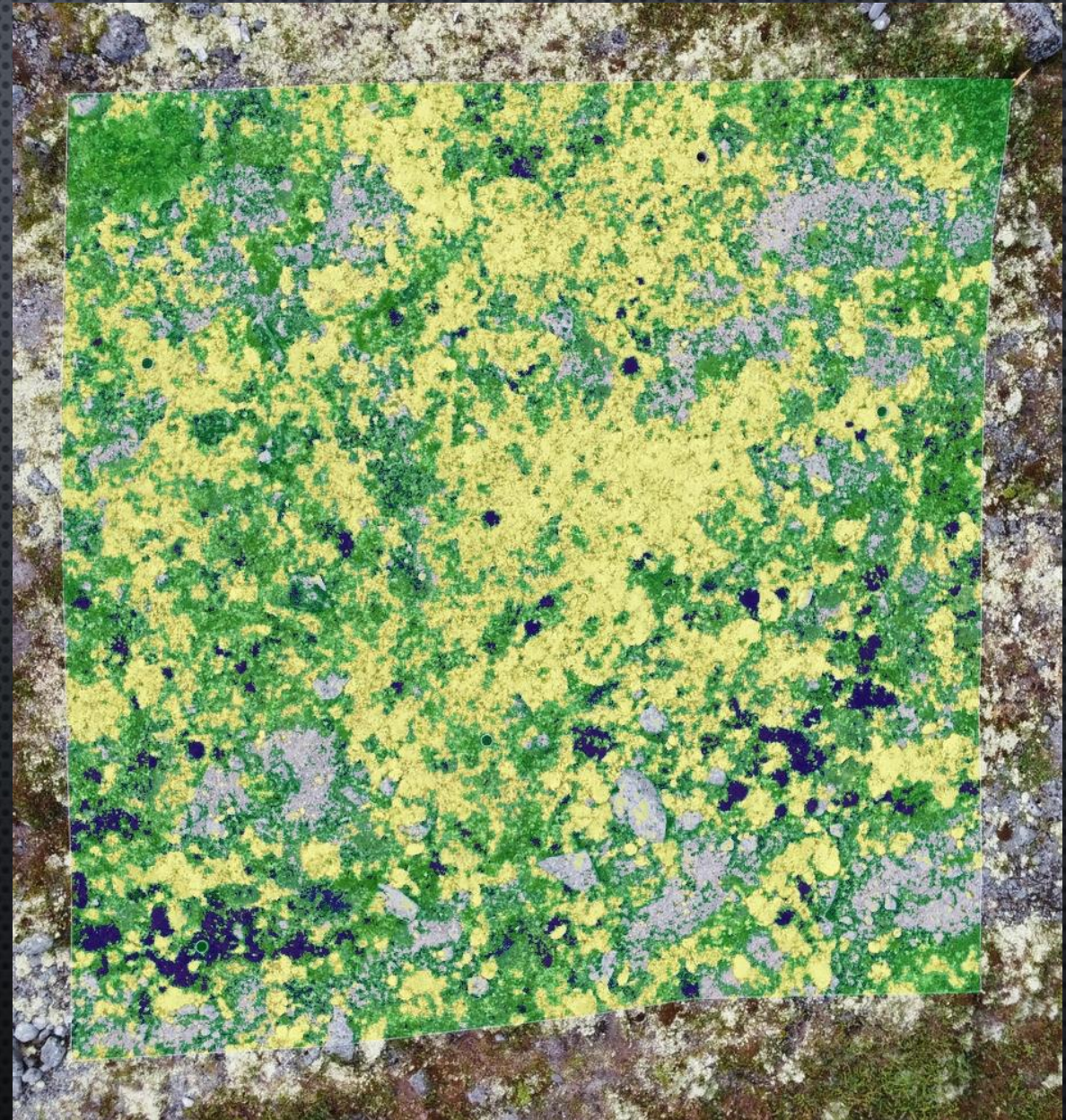
- Acc. *Arctostaphylo (alpinae)-Empetretum hermaphroditi* (Zinserling 1935) Koroleva 1994
- Acc. *Loiseleurio-Diapensietum* (Fries 1913) Nordh. 1943



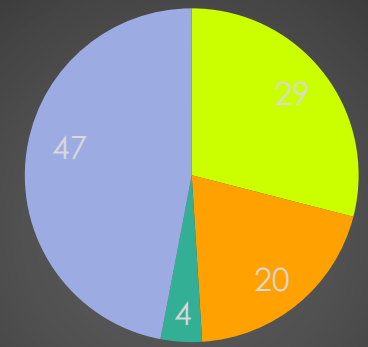
- Acc. *Empetro-Betuletum nanae* Nordh. 1943
- Acc. *Phyllodoco-Vaccinietum myrtilli* Nordh. 1943



Программа ISA - автоматизированный процесс выделения и подсчета элементов горизонтальной структуры растительных сообществ на основе VHS (value, hue, saturation) изображений.



Для **лишайниковых** сообществ выделены **3 доминирующих элемента мозаики**: лишайниковая с доминированием *Flavocetraria nivalis*, *F. cucullata*, *Alectoria ochroleuca* и *Cetraria islandica* ~ 29% - встречается на повышенных элементах микрорельефа, где снег в зимний период времени не задерживается. В пониженных элементах преобладает ерниково-вороничная-лишайниковая (4%:) и воронично-лишайниковая (20%) микрогруппировки. Помимо лишайников встречаются *Betula nana*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium myrtillus* и *V. uliginosum*. Характерен несомкнутый растительный покров - доля голого грунта 47%.

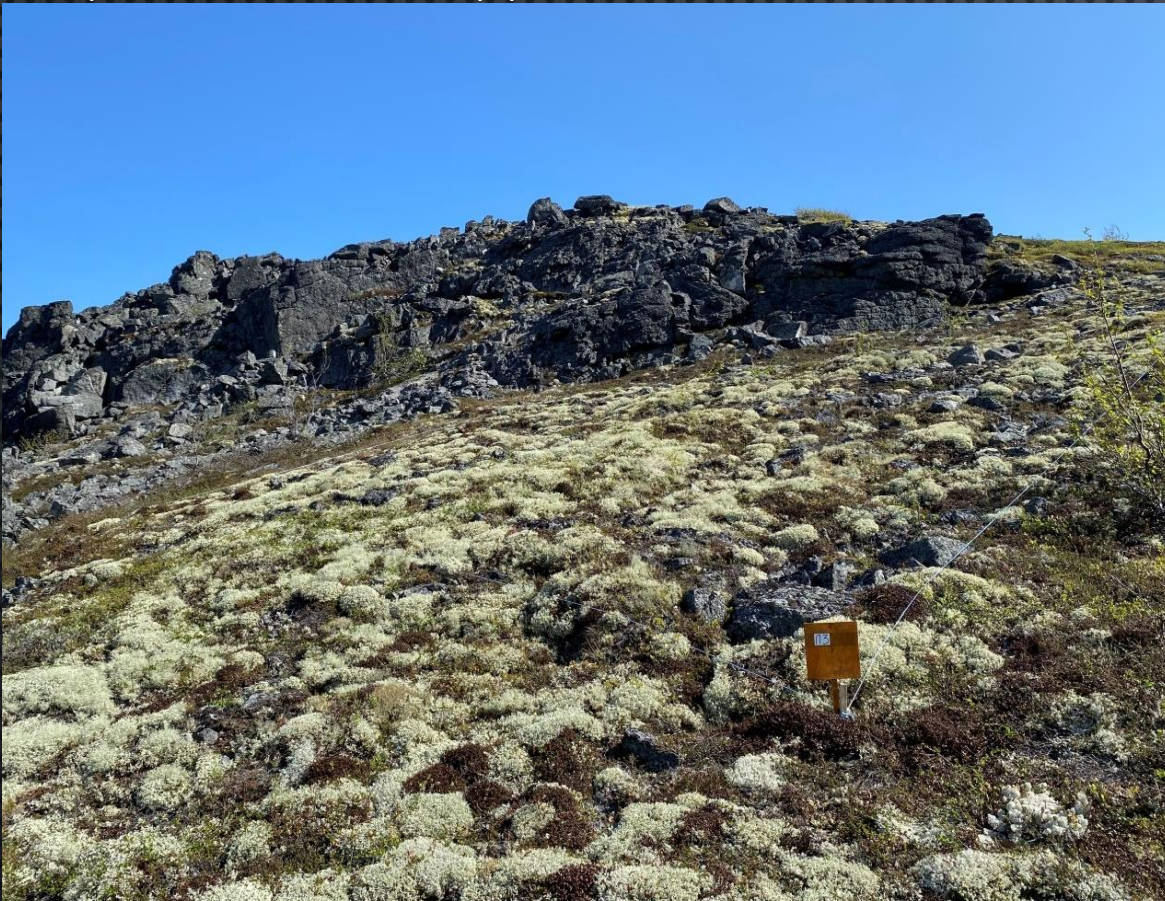


- Лишайниковая
- Воронично-лишайниковая
- Ерниково-воронично-лишайниковая
- Пустошь

Diapensia lapponica
Empetrum hermaphroditum



Flavocetraria nivalis







Для кустарничковых сообществ выделили 4 элемента мозаики.

На пониженных элементах микрорельефа преобладает голубично-вороничная мохово-лишайниковая микрогруппировка – 15-62 %. Хорошо защищенные участки микрорельефа занимает микрогруппировка с доминированием *Betula nana* и *Empetrum hermaphroditum* – 36%. В местах с поздним стаиванием снега - чернично-вороничная микрогруппировка - 18%. Филлодоцевая группировка с *Phyllodoce caerulea*, *E. hermaphroditum* и *V. myrtillus* занимает 12 % площади.



Empetrum hermaphroditum



Betula nana



Arctostaphylos uva-ursi



Phyllodoce caerulea



Vaccinium myrtillus







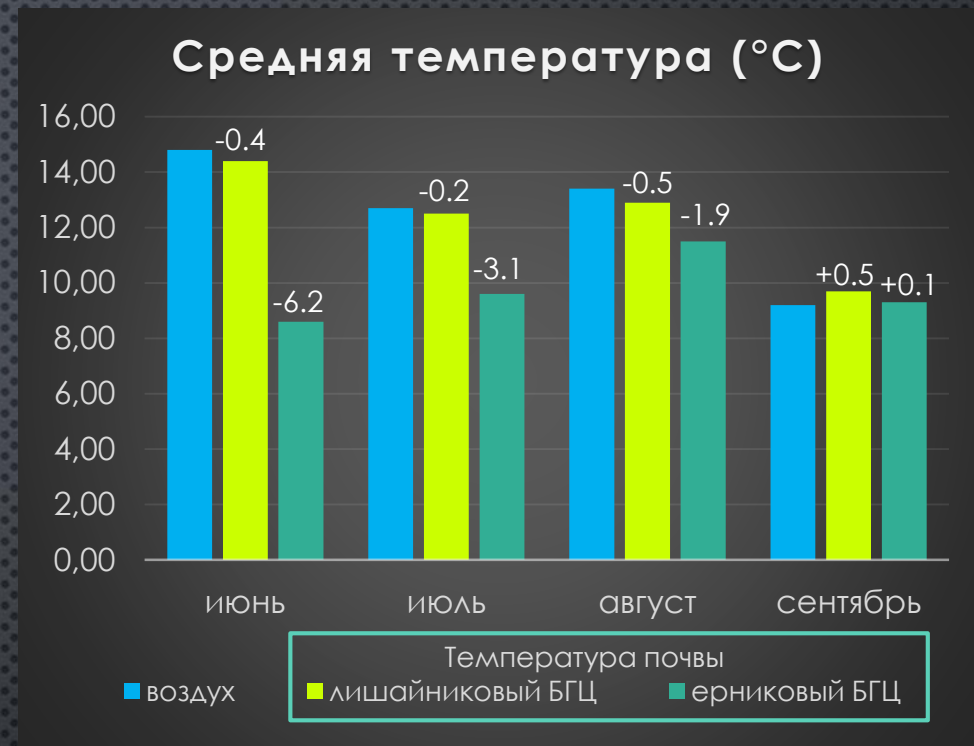
Определение
поступления углерода с
осадками



Температурный режим и осадки

Температура воздуха (°C)

Показатели	Температура
Сумма эффективных температур (выше + 5)	1106.9
Сумма активных температур (выше + 10)	918.6
Среднесуточная температура воздуха за вегетацию	12.5
Средняя температура, 3 декада июня	14.8
Средняя температура, июль	12.7
Средняя температура, август	13.4
Средняя температура, сентябрь	9.2



Температура почвы (5 см)

Название БГЦ	Июнь (3 декада)	Июль	Август	Сентябрь
Лишайниковый	14.4 (-0.4)	12.5 (-0.2)	12.9 (-0.5)	9.7 (+0.5)
Ерниковый	8.6 (-6.2)	9.6 (-3.1)	11.5 (-1.9)	9.3 (+0.1)



Количество атмосферных осадков

Тип БГЦ	Осадки, мм			
	июль	август	сентябрь	итого за сезон
Лишайниковый	44	133	165	342
Ерниковый	47	130	160	337
Количество дней с осадками	16	11	24	51

Выполнены 10 основных полнопрофильных почвенных разрезов и 21 прикопка.

Отобрано: 31 монолит органогенных и 45 минеральных образцов по генетическим горизонтам.

Низкие температуры и короткий период вегетации ограничивают рост растений и замедляют процессы разложения органического материала, что влияет на формирование почвы.

В элювиальных положениях – подбуры и литозёмы перегнойные.

В транзитных и аккумулятивных – литоземы перегнойно-темногумусовые.

Типы почв (встречаемость, %)

Почва (Классификация, 2004)	Лишайниковый БГЦ	Ерниковый БГЦ
литозем грубогумусовый (43%)	+	+
литозем оглеенный	+	
литозем перегнойный типичный (10%)	+	+
литозем серогумусовый		+
подбур грубогумусированный (18%)	+	+
подбур перегнойный (16%)		+
подбур перегнойный (сухоторфяный) (10%)	+	+
грубогумусовая иллювиально-ожезненная	+	
грубогумусовая типичная		
перегнойная грубогумусовая		+



литозем грубогумусовый под лишайниковым БГЦ



подбур грубогумусированный под ерниковым БГЦ

Почвы горной тундры имеют слаборазвитый профиль с высоким содержанием обломков породы.

Доля мелкозема в в ерниковых сообществах – 21-94%, с медианой 71; в лишайниковых – 31-90%, с медианой 57.

Плотность сложения почвы в среднем по всем разрезам и минеральным горизонтам составляет 0.8 г/см^3 . В ерниковых сообществах плотность варьирует от 0.25 до 2.3%; в лишайниковых – от 0.28 до 2%.

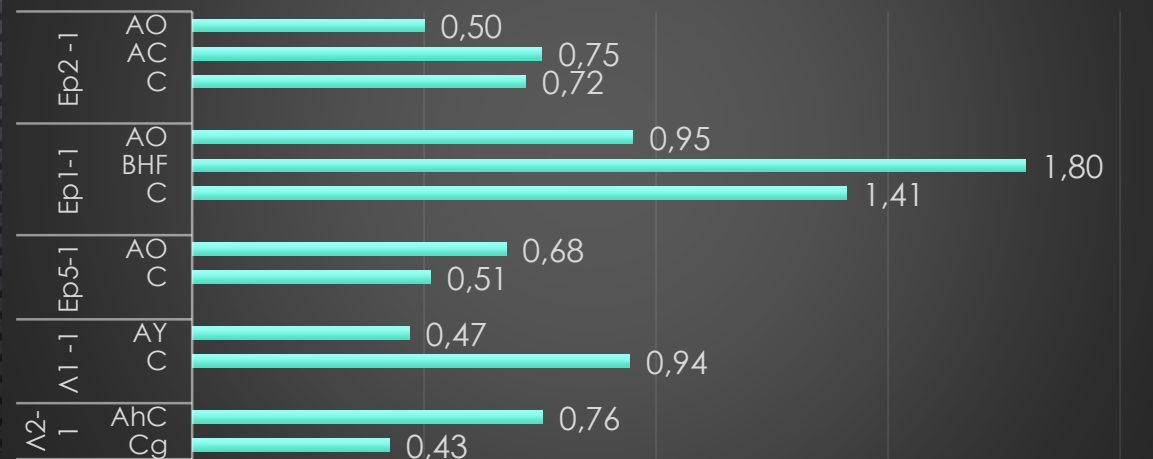
Доля мелкозема по профилю (%)

0,00 10,00 20,00 30,00 40,00 50,00 60,00 70,00 80,00



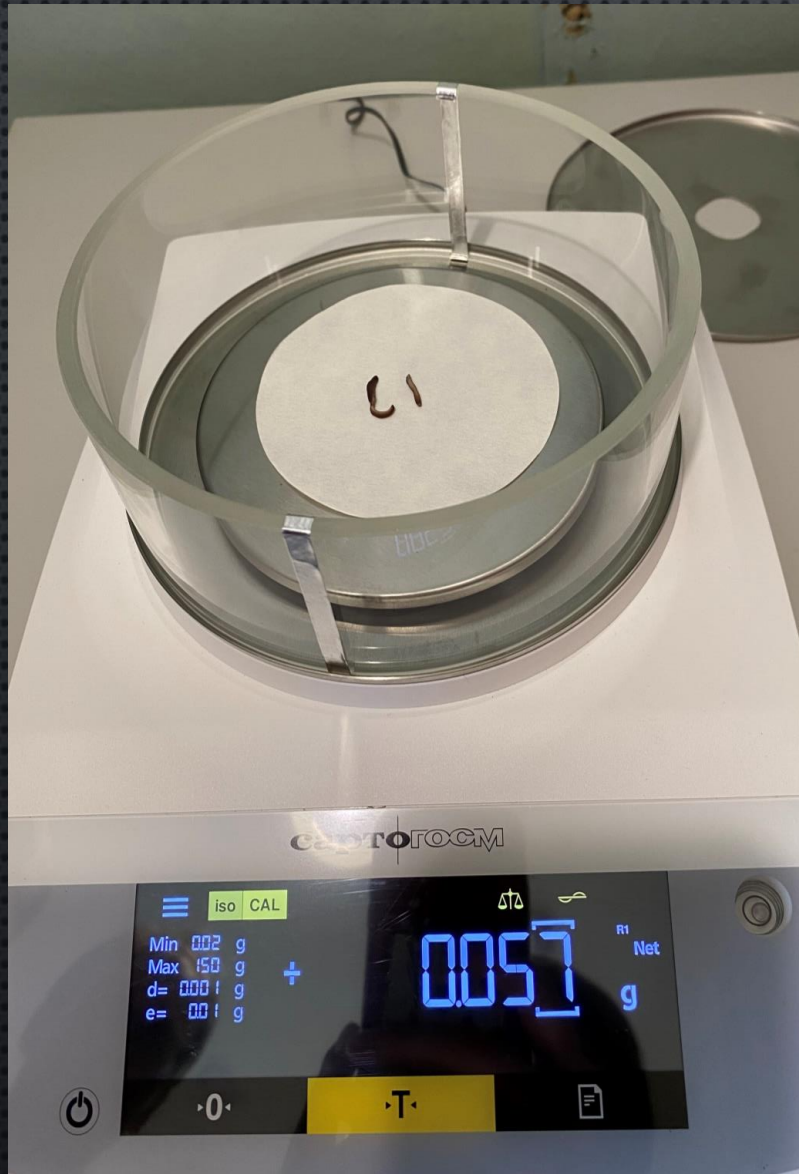
Плотность минеральных горизонтов (в сухой почве), г/см^3

0,00 0,50 1,00 1,50 2,00



Почвенная фауна

Из двух исследованных типов БГЦ дождевые черви были обнаружены только в ерниковом в количестве 3 особи/м².



Dendrobaena octaedra

Изучение состава и структуры сообществ:

Во всех элементах мозаики исследованных типов БГЦ отобраны монолиты (25x25 см) для определения запасов надземной и подземной фитомассы. Отобраны пробы растений и лишайников для определения содержания углерода и азота в надземной и подземной фракциях фитомассы.

В **лишайниковом** типе БГЦ видовое разнообразие представлено: 11 видами сосудистых растений, 10 видами мхов и 20 видами лишайников.

В **ерниковом** БГЦ встречаются 18 видов сосудистых растений, из которых 5 вечнозеленых кустарничков, 4 вида злаков, 2 вида плаунов, мхи представлены 9 видами, лишайники - 6 видами.

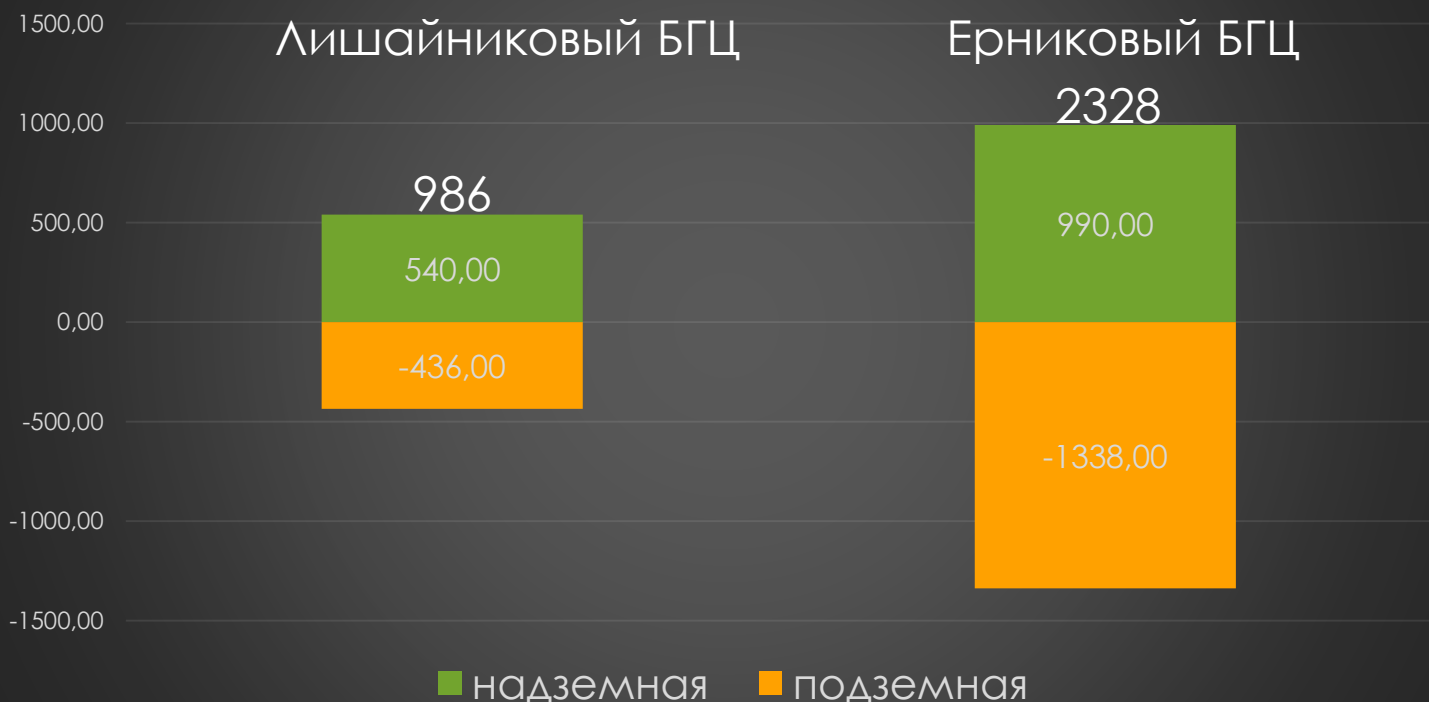


Запасы фитомассы (с учетом проективного покрытия)

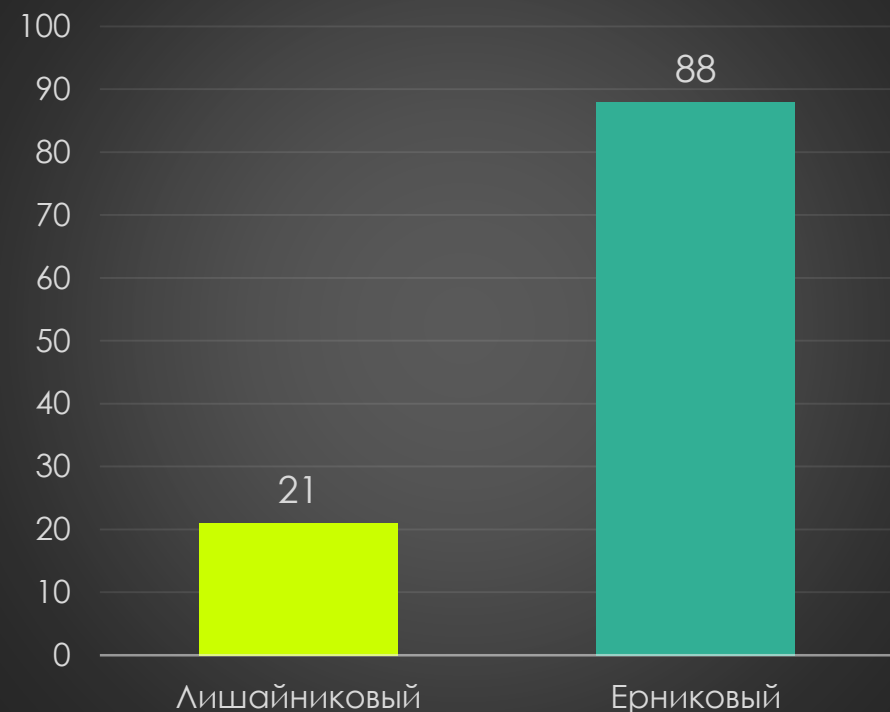
Запас надземной фитомассы в **лишайниковом БГЦ** равен **540 г/м²**, подземной – **436 г/м²** соотношение надземной и подземной частей фитомассы составляет 1.2:1. В надземной фитомассе доминируют ассимилирующие органы – 80%. Годичный **прирост** составил – **21 г/м²** в год.

Запас надземной фитомассы (с учетом проективного покрытия) в **ерниковом БГЦ** равен **990 г/м²**, подземной – **1338 г/м²**, соотношение надземной и подземной частей фитомассы составляет 1:1.6. В надземной фитомассе доминируют ассимилирующие органы (53%), годичный **прирост** в среднем – около **88 г/м²** в год.

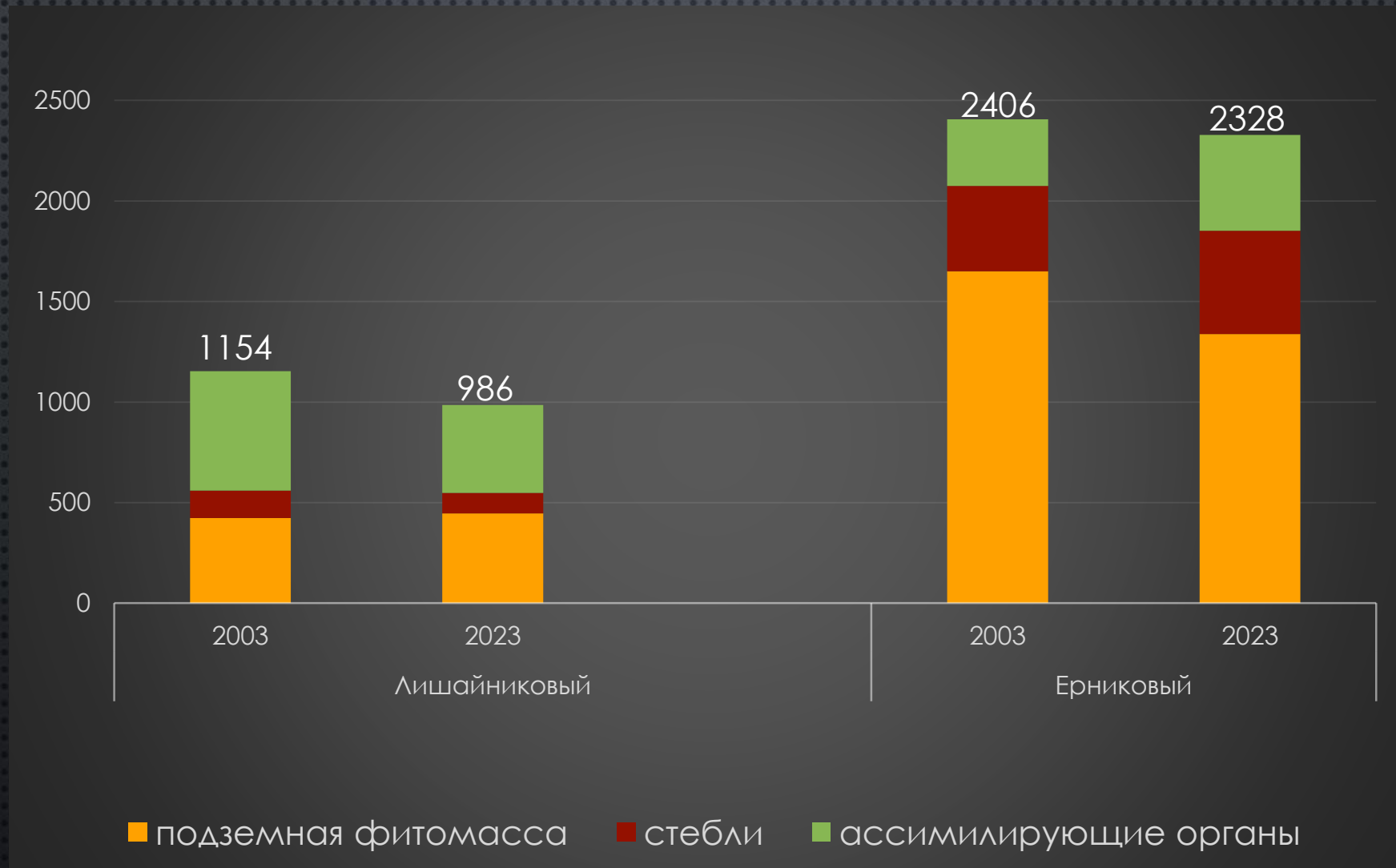
Запас фитомассы (г/м²)



Годичный прирост (г/м²)



Запасы фитомассы в разные годы исследований



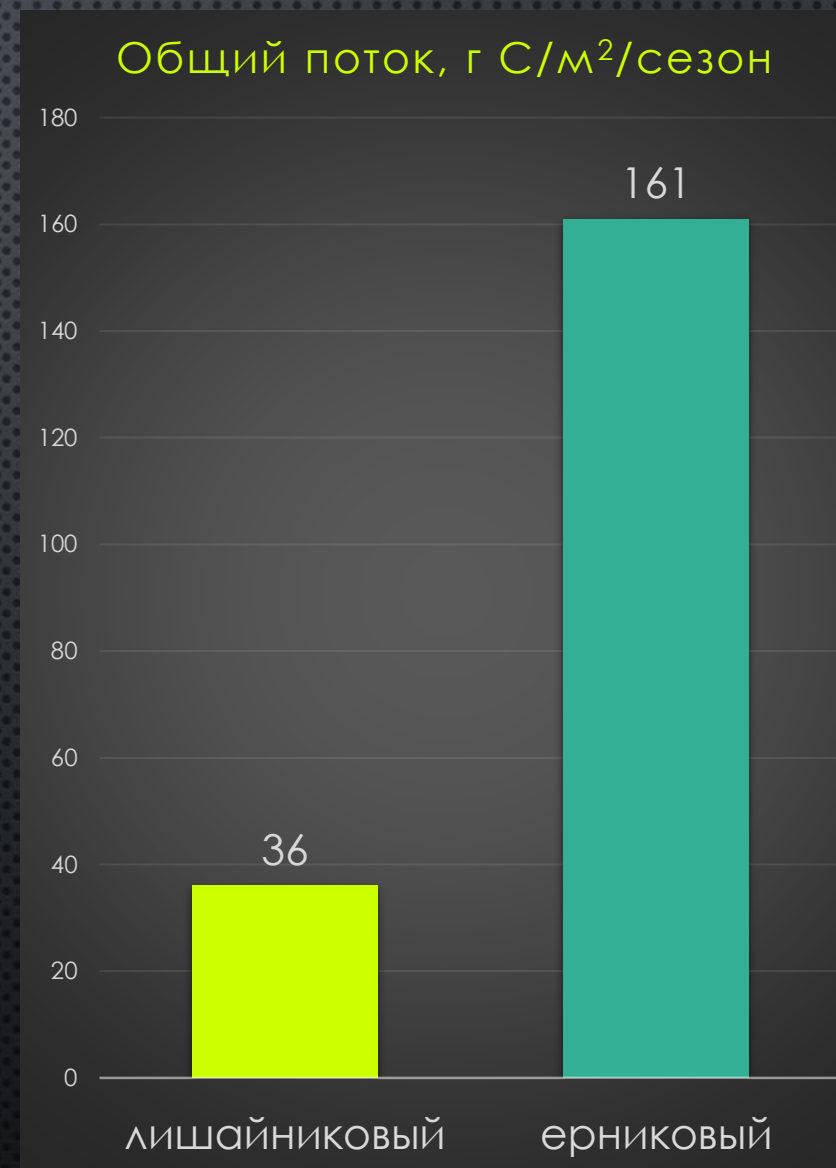
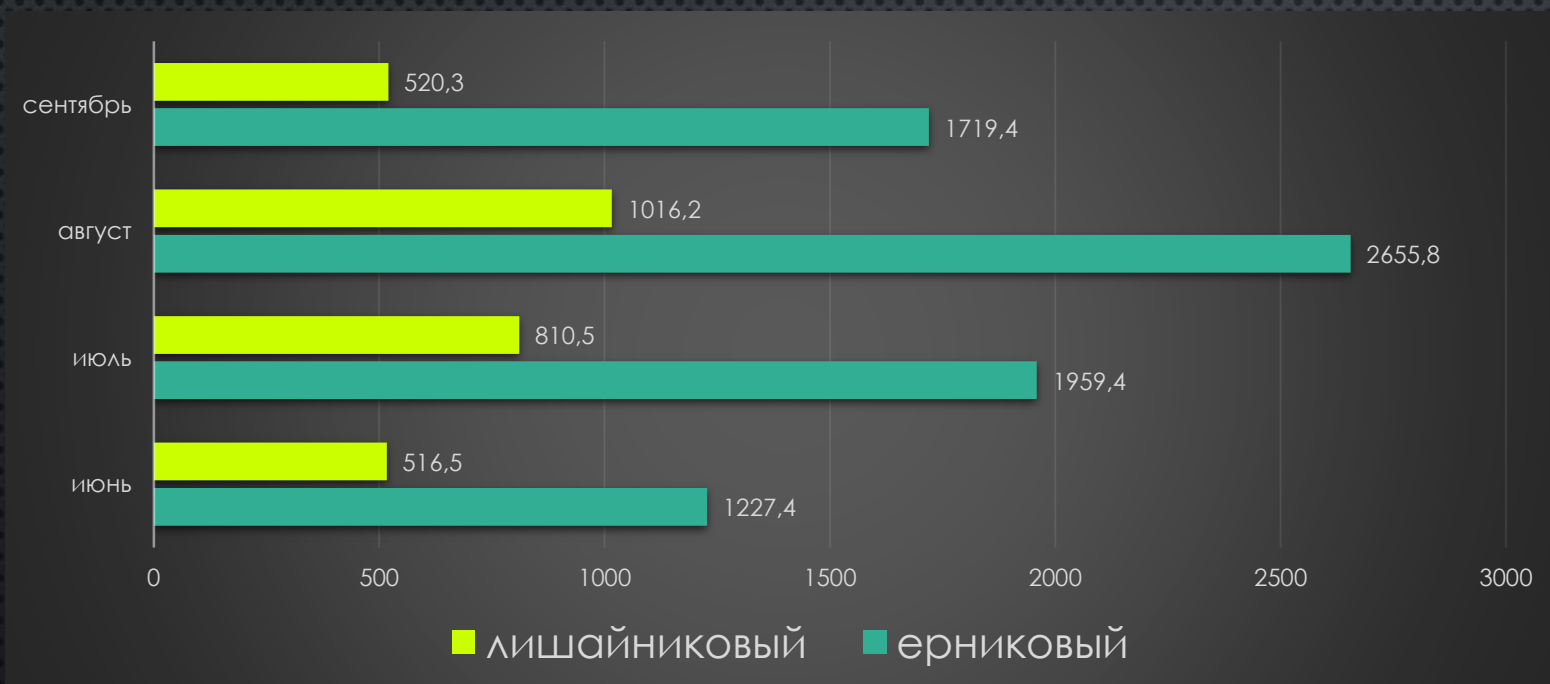
Изучение эмиссии углерода из подземной сферы:

- Замеры потоков CO_2 из почвы проводили еженедельно (с конца июня 2023) при помощи газоанализаторов LI-COR-850 и VENTPro непосредственно в полевых условиях. Одновременно проводили измерения температуры и влажности почвы на глубине 5 и 10 см.
- Для изученных вариантов **лишайникового биогеоценоза** (проективное покрытие 53%) диапазон изменений потока C-CO_2 составил в течение вегетационного сезона **от 11 до 77 мг $\text{C}/\text{м}^2$ час**. Наибольшие величины отмечены в августе, температура почвы на глубине 5 см при этом была 12.9 °C.
- В **ерниковом БГЦ** (проективное покрытие 100%) диапазон показателей дыхания почвы составил **от 38 до 177 мг $\text{C}/\text{м}^2$ час**, что связано с богатым видовым составом и большим разнообразием вечнозеленых и листопадных кустарничков. Среднемесячная температура почвы на глубине 5 см составила 8.6-11.5 °C.



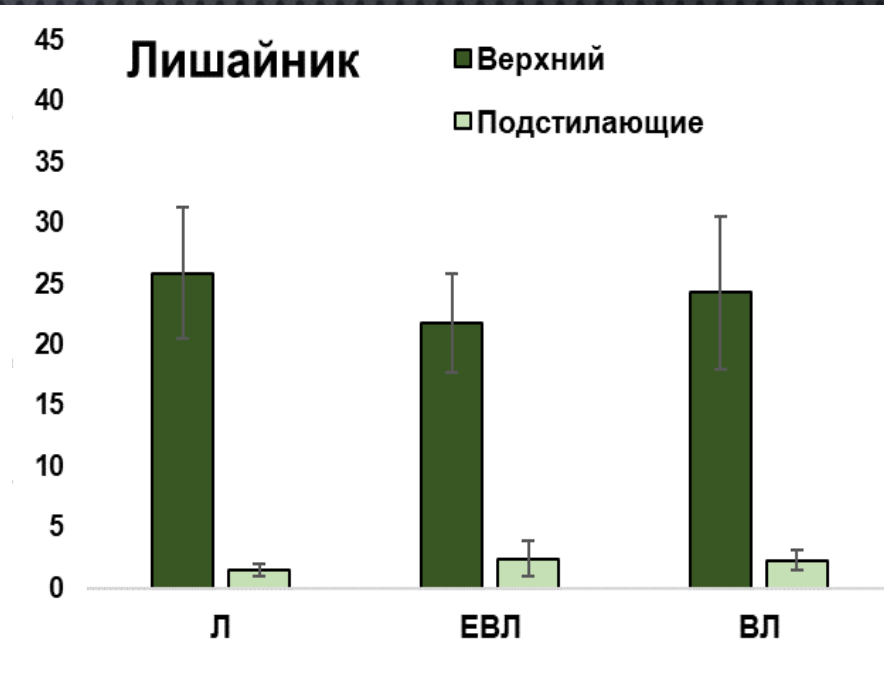
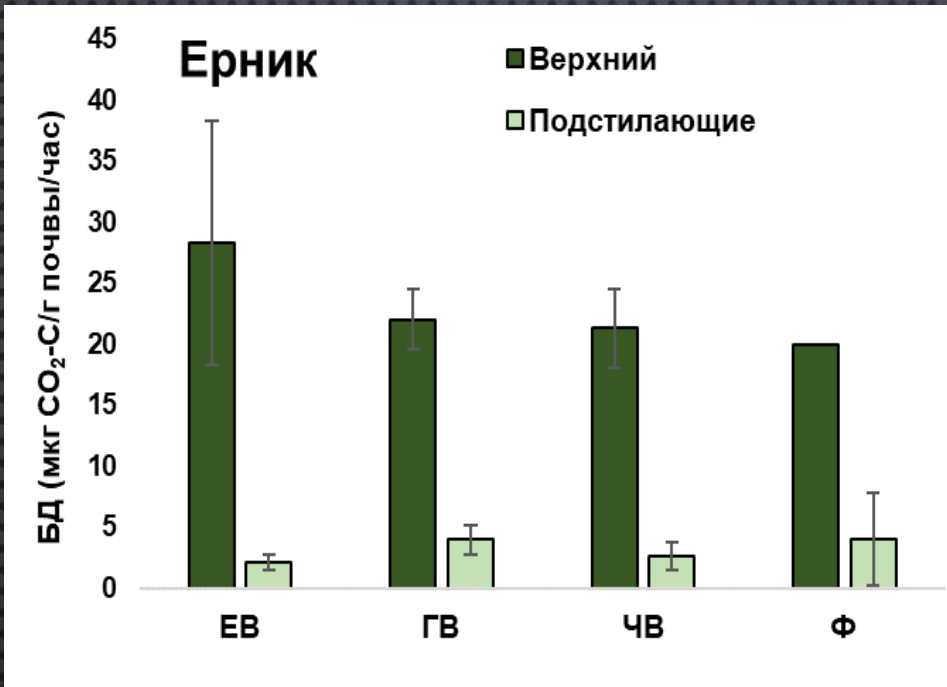
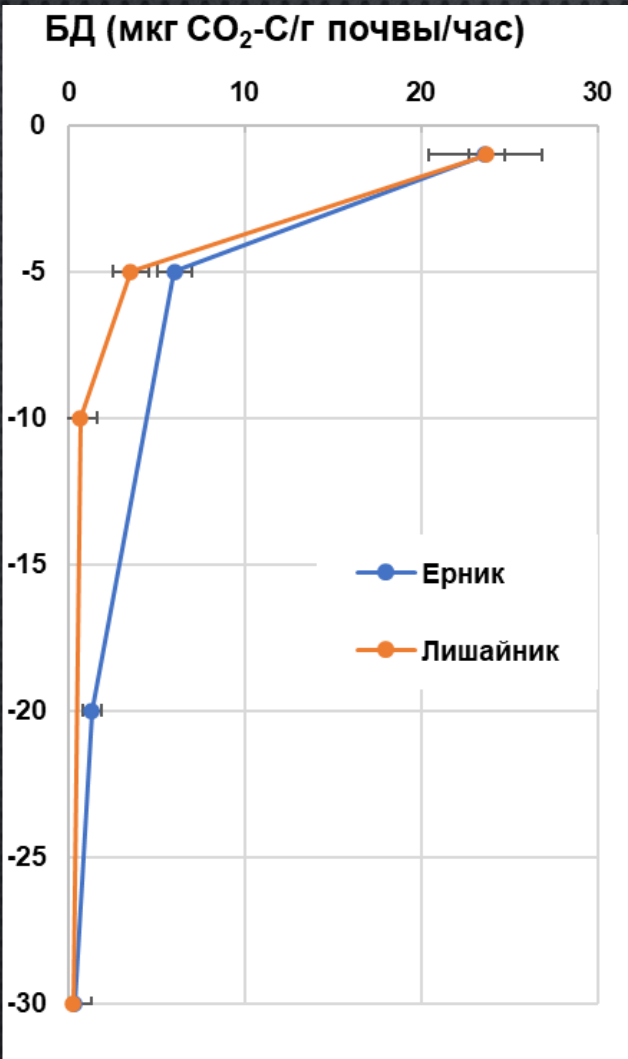
Сезонная динамика эмиссии CO₂ из почвы в биогеоценозах горной тундры Хибин (мг С /м² сутки)

БГЦ	мг С /м ² сутки температура почвы, °С, h- 5 см				Общий поток, г С/м ² /лето
	июнь	июль	август	сентябрь	
Лишайниковый	<u>516.5±86.1</u> 12.4	<u>810.5±100.6</u> 12.5	<u>1016.2±220.5</u> 12.9	<u>520.3±89.6</u> 9.7	36.0
Ерниковый	<u>1227.4±58.1</u> 8.6	<u>1959.4±238.6</u> 9.6	<u>2655.8±400.5</u> 11.5	<u>1719.4±345.3</u> 9.3	161.6

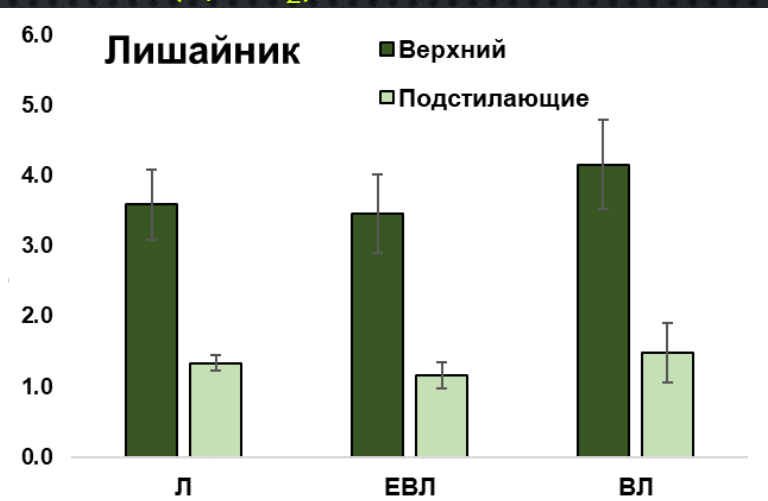
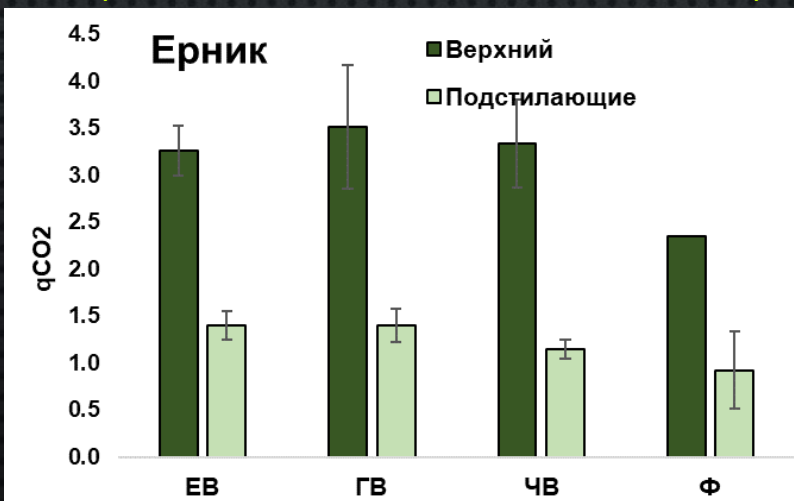


Базальное дыхание микроорганизмов

CO₂ (мкг С/г/час) в биогеоценозах горной тундры Хибин



Микробный метаболический коэффициент (qCO₂)



Ерниковый БГЦ

Лишайниковый БГЦ



Надземная фитомасса
990 г/м² (+88 г/м²)

Надземная фитомасса
540 г/м² (+21 г/м²)

атм. выпадения
3,026 г/м²

атм. выпадения
3,003 г/м²

Подстилка
3085 г/м²

Подстилка
13161 г/м²

опад
531,1 г/м²

опад
278,1 г/м²

эмиссия
161,6 г/м²

Подземная фитомасса
1338 г/м²

Подземная фитомасса
436 г/м²

эмиссия
36 г/м²

СМИК
0.008 г/г почвы

СМИК
0.007 г/г почвы

Медийная составляющая проекта

В 2023 г. сделано 8 публикаций на сайте и в социальных сетях (в сообществе с более 6,6 тысяч участников и охватом 30 тыс. пользователей).

С 8 июля по 17 сентября проходили экскурсии по экологической тропе г. Вудъяврчорр с рассказом о мониторинговых площадках в рамках проекта - общее число посетителей 561 человек.

В рамках выполнения важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» помимо сезонного еженедельного мониторинга почвенного дыхания, нами проводится (дада, прямо сейчас и проводится!) мониторинг суточной динамики почвенного дыхания для двух типов горно-тундровых сообществ. Все это необходимо для расчета показателей среднесуточного дыхания в лишайниковой и кустарничковой тундре.

Первый такой суточный мониторинг нами уже был проведен в период полярного дня - 11 июля. А сейчас будут получены результаты для периода белых ночей.

В сегодняшнем наблюдении наша команда пополнилась очень бдительным четвероногим помощником, который наравне со всеми наблюдает за динамикой почвенного дыхания:)

#випгз #пабси #самыйсеверныйвроссии #всевокругнаука



92

Нравится 6

3.3K

Карбоновый полигон
<https://t.me/CarbonPolygon/2008>
3 авг 2023 Ответить Поделиться

1

А мы готовы ответить на вопрос «Для чего мы вырезали «пирожочки» в тундре?» Ответ на него связан с выполнением исследований в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (вип гз). В рамках проекта, как уже писали, нами заложены мониторинговые площадки в двух типах тундровых сообществ - лишайниковых и кустарничковых. На всех площадках установлены камеры для определения дыхания почвы. Вот как раз для их установки нам и потребовалось вырезать «пирожочки» - верхний слой растений. В камерах же оставили подстилку и опад, то есть удалили только живые части растений, лишайников и мхов. Это необходимо, чтобы на протяжении всего летнего (и даже чуть чуть осеннего) сезона измерять температуру почвы на уровне 5 и 10 см, влажность почвы влагомером MC-7828 Soil и, самое главное, специальным прибором - Газоанализатор CO2 VENTpro - измерять выделение CO2 из подземной сферы. Такие измерения необходимы чтобы изучить баланс потоков углерода - выделяемых из почвы и поглощаемых растениями в процессе фотосинтеза.

А на фотографиях руководитель проекта доктор биологических наук, заведующая лабораторией биогеоценологии #ПАБСИ Наталья Юрьевна Шмакова

#випгз #самыйсеверныйвроссии #ботаническийсад #всевокругнаука



Благодарю за внимание!



5.10.2023

d.davydov@ksc.ru



24 - 29 июня 2024 г.

Место проведения: г. Апатиты, Мурманская область
Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Мурманская область.

В рамках конференции запланирован круглый стол: Углерод в наземных экосистемах: методы оценки и мониторинг. Реализация ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (РИТМ углерода).

E-mail: conferenceINEP@ksc.ru

<https://www.ksc.ru/issledovaniya/kalendar/viii-vserossiyskaya-nauchnaya-konferentsiya-s-mezhdunarodnym-uchastiem-ekologicheskie-problemy-sever/>

