

# Мониторинг потоков парниковых газов в природных экосистемах таёжной зоны

С.В. Загирова  
Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар



*Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022*

ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА  
ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
GLOBAL ATMOSPHERE WATCH

# БЮЛЛЕТЕНЬ ВМО ПО ПАРНИКОВЫМ ГАЗАМ

Содержание парниковых газов в атмосфере по данным глобальных наблюдений в 2018 году

№ 15 | 25 ноября 2019 года

ISSN 2078-0710

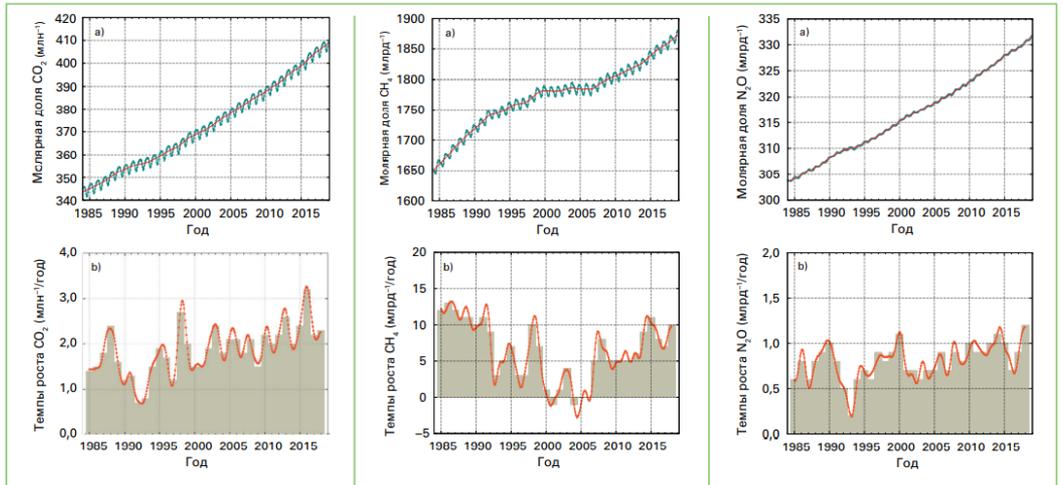
## Изотопы подтверждают, что сжигание ископаемого топлива играет решающую роль в увеличении содержания двуокси углерода в атмосфере

из  $CO_2$ . Ископаемые виды топлива образовались миллионы лет назад из растительного материала, поэтому любой объем изотопа  $^{14}C$ , существовавший во время жизни растений, распался с тех пор за время его нахождения в земной коре.

радиационном воздействии ДПГ составляет приблизительно 66 %<sup>(4)</sup> (в совокупности 3,1 Вт·м<sup>-2</sup>). Его вклад в увеличение радиационного воздействия за последнее десятилетие составляет примерно 82 %<sup>(4)</sup>, а за последние пять лет — порядка 81 %. Доиндустриальный уровень, составлявший

### Метан (CH<sub>4</sub>)

Доля метана в радиационном воздействии ДПГ составляет примерно 17 %<sup>(4)</sup>. Приблизительно 40 % метана поступает в атмосферу из естественных источников (например,



# Среднегодовые температурные аномалии в России (отклонения от средних значений 1961-1990 гг.). Росгидромет, 2019

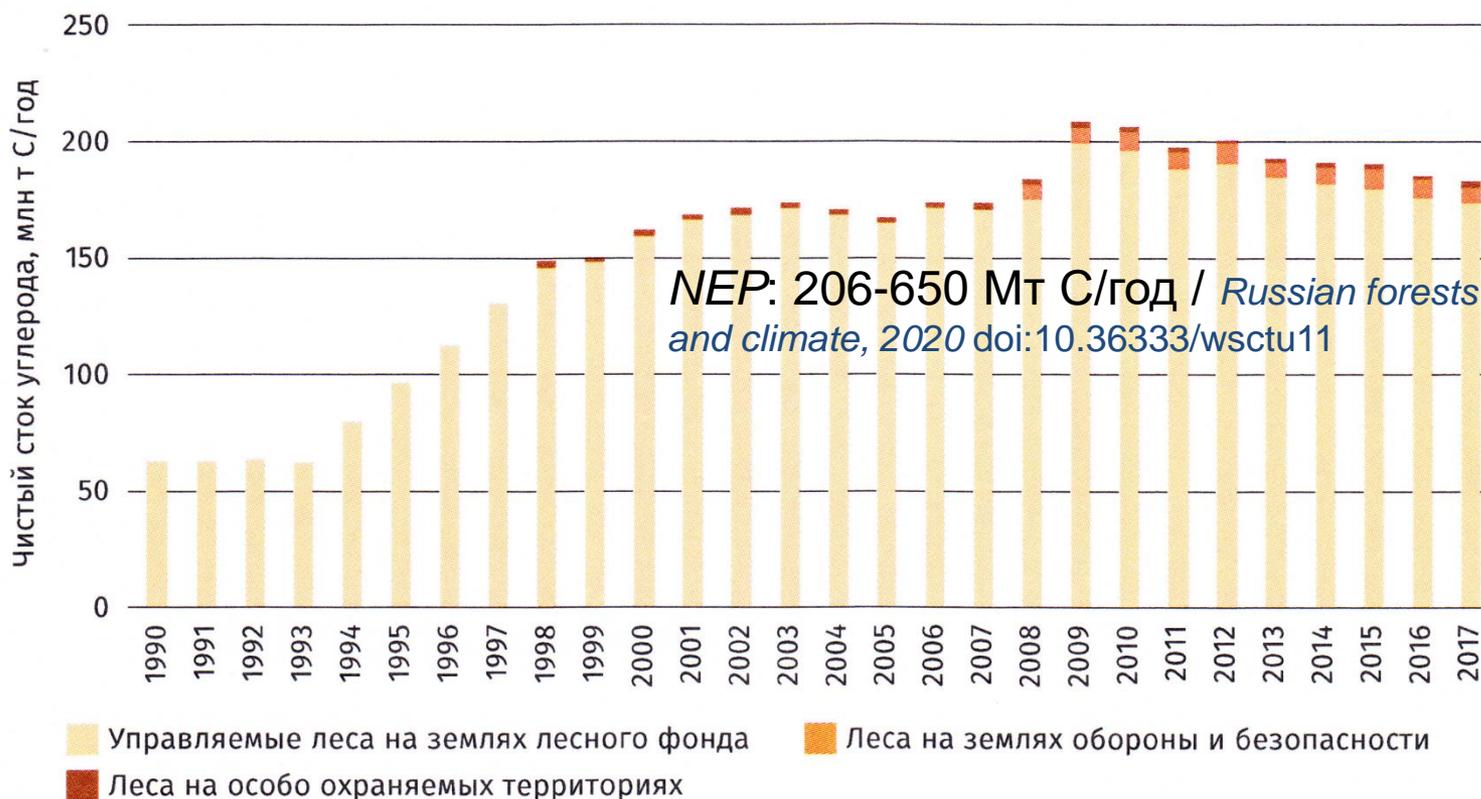


Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

## Аномалии осадков за год (по отношению к среднегодовым за 1961-1990 гг.). Росгидромет, 2019



## Оценка чистого стока углерода в лесах России по данным государственного лесного реестра. Национальный доклад об учете..., 2019



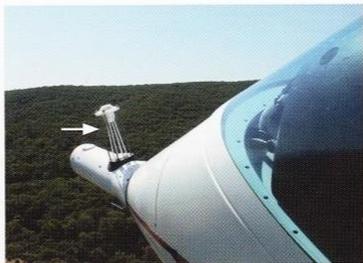
Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Современные эколого-климатические системы для измерений потоков парниковых газов

## Eddy Covariance



Land



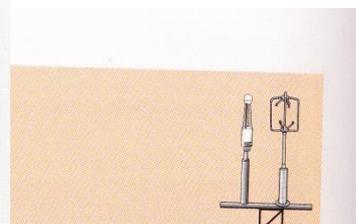
Air



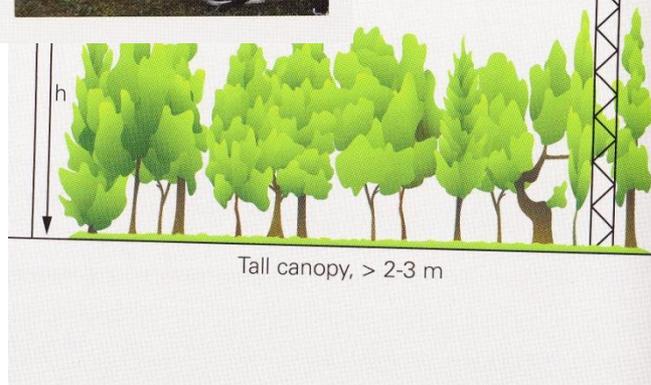
Water

## Other Applications:

Atmospheric monitoring  
Mapping from moving platforms  
Large soil and canopy chambers  
*etc.*

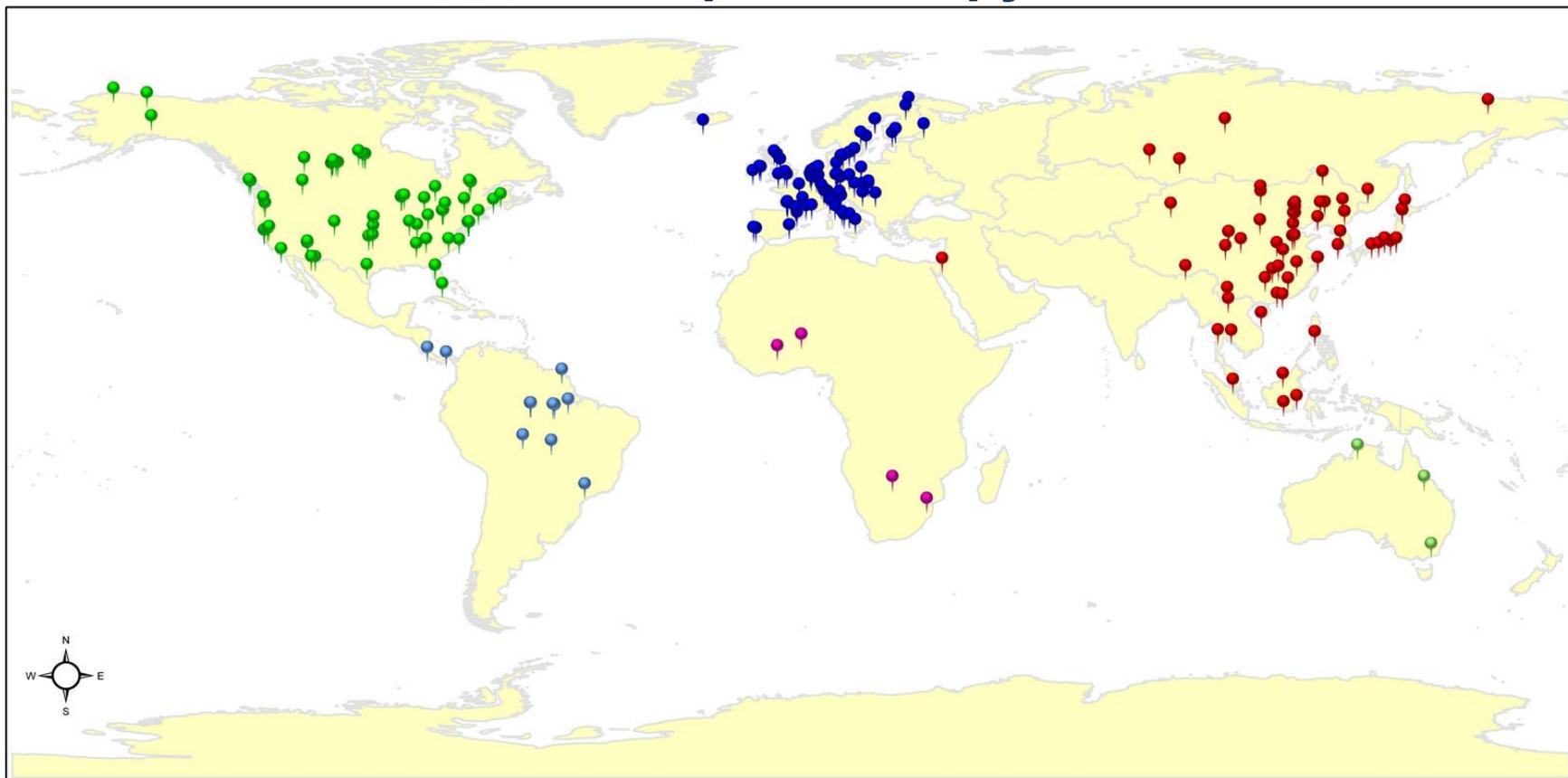


$> 1.5 \times h$   
 $< 0.01 \times \text{fetch}$



*Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022*

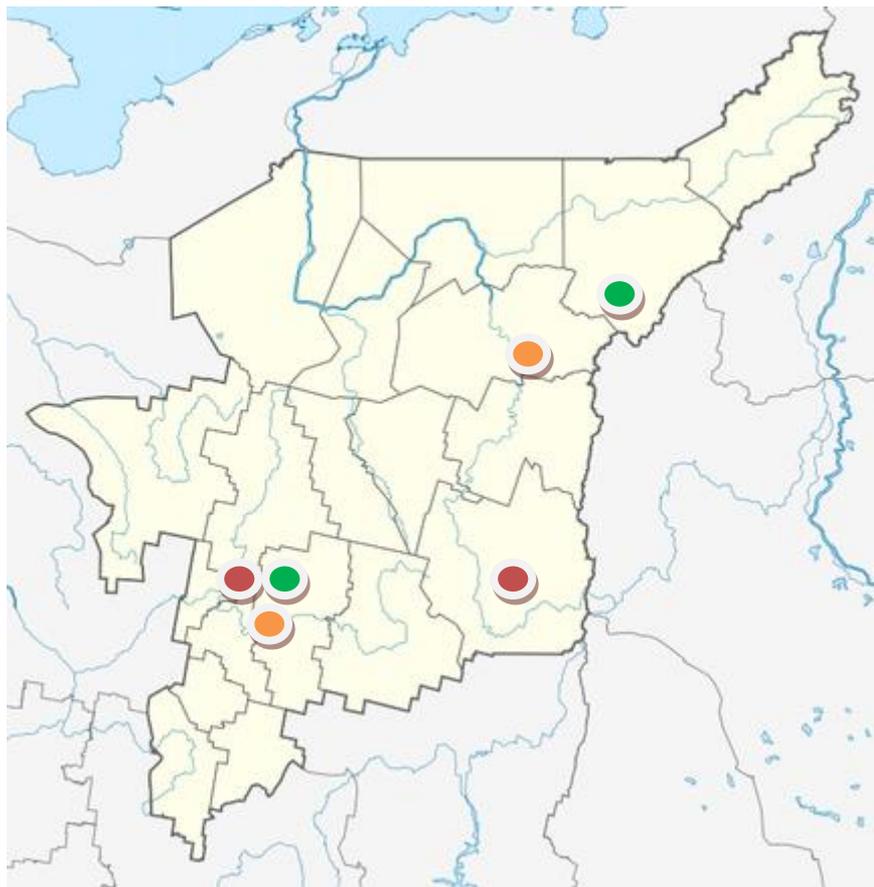
# Географическое распределение измерительных комплексов эдди-коварианс за рубежом и в России



Chen Zhi et al. , Agricultural and Forest Meteorology 203 (2015) 180–190.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.01.012>



# Мониторинг потоков $\text{CO}_2$ и $\text{CH}_4$ в природных экосистемах на территории Республики Коми



-  - хвойный лес, эдди-коварианс
-  - болото, эдди-коварианс
-  - болото, камерный метод

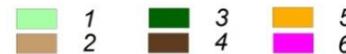
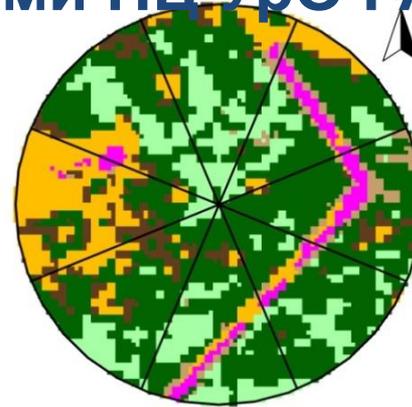


# Участие Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в Международных проектах по изучению климата, запасов углерода и потоков парниковых газов в лесных и болотных экосистемах

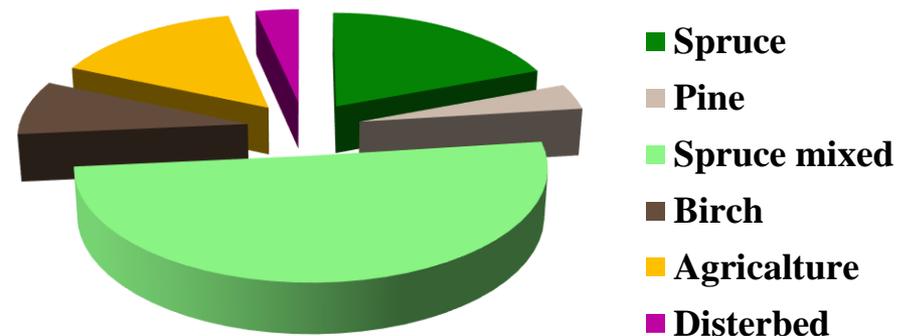
- “Quantifying the carbon budget in northern Russia: past, present and future” (программа ЕС, 2006-2010 гг.).
- “Improved protected area system in Komi Republic for better conservation of globally important biodiversity and maintenance of carbon pools” (проект ICI 2009-2012 гг.).
- “Carbon and water dynamics of peatlands and forests in the taiga zone of the Komi Republic, Russia” (2011-2013 гг., Institute of Botany and Landscape Ecology University Greifswald);
- “Importance of boreal forest ecosystems of Komi Republic for the regional and European methane budget” (2012-2015 гг., Institute for Environmental Sciences University of Koblenz-Landau);
- “Stable Carbon composition of Methane in Eurasian Peatlands: CH<sub>4</sub> production, transport and oxidation” (2014 г., Soil Science of Temperate Ecosystems Büsgen-Institute University of Göttingen).
- “Strengthening protected area system of the Komi Republic to conserve virgin forest biodiversity in the Pechora river headwaters” (проекте ПРООН/ГЭФ, 2014-2017 гг.).

*Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022*

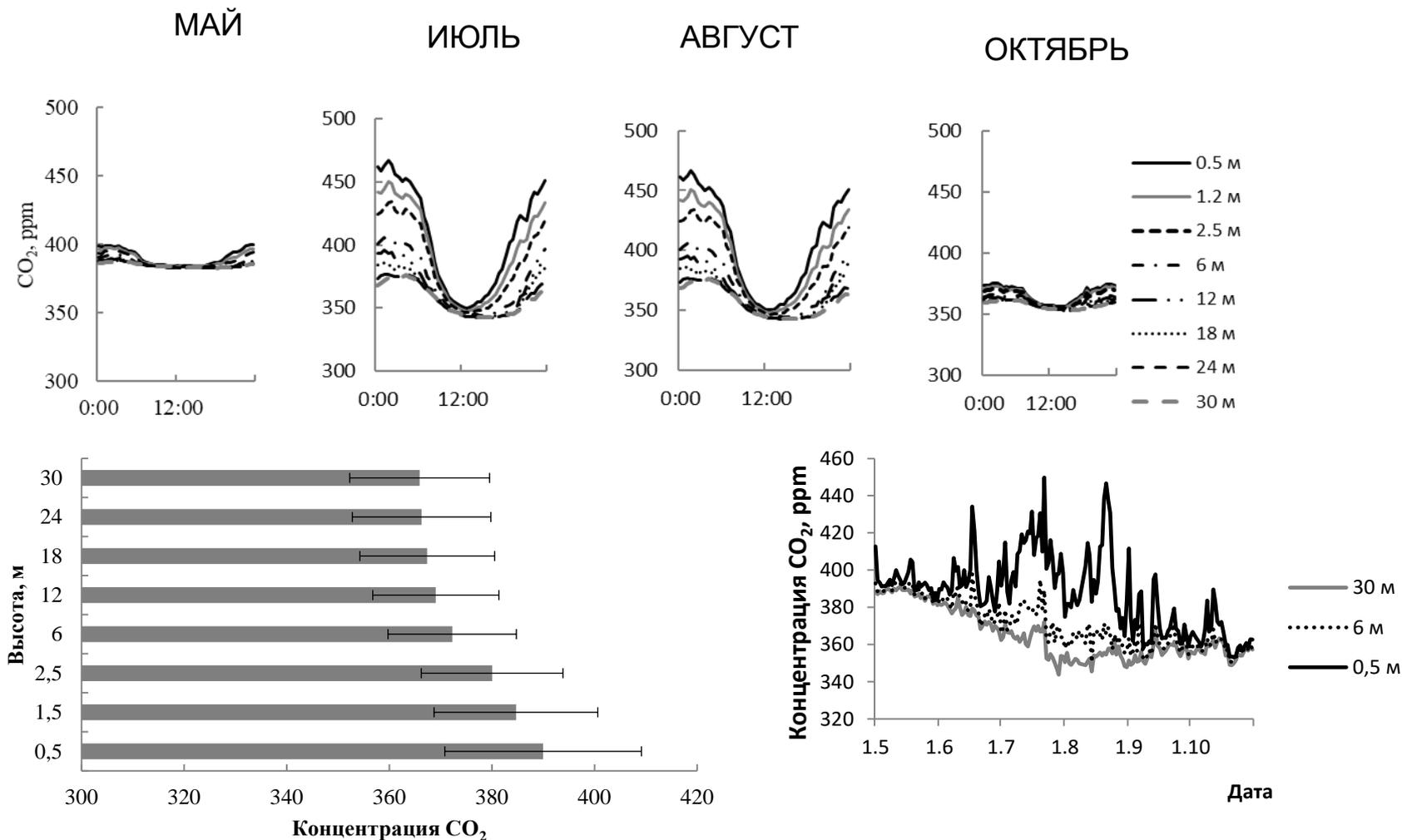
# Ляльский лесоэкологический стационар Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН



500 m



# Измерения концентрации CO<sub>2</sub> на 8 высотах в еловом фитоценозе с использованием системы AP 200 (LiCor, США)



Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Характеристика системы эдди-коварианс, установленной в еловом насаждении

**3D Sonic Anemometer (CSFN3,  
Campbell Scientific, USA)**

**Gaz analyser Li-7500 A (Li-Cor, USA)**

**Meteorological station (Campbell Scientific,  
USA)**

**Height of measurement - 30 m**

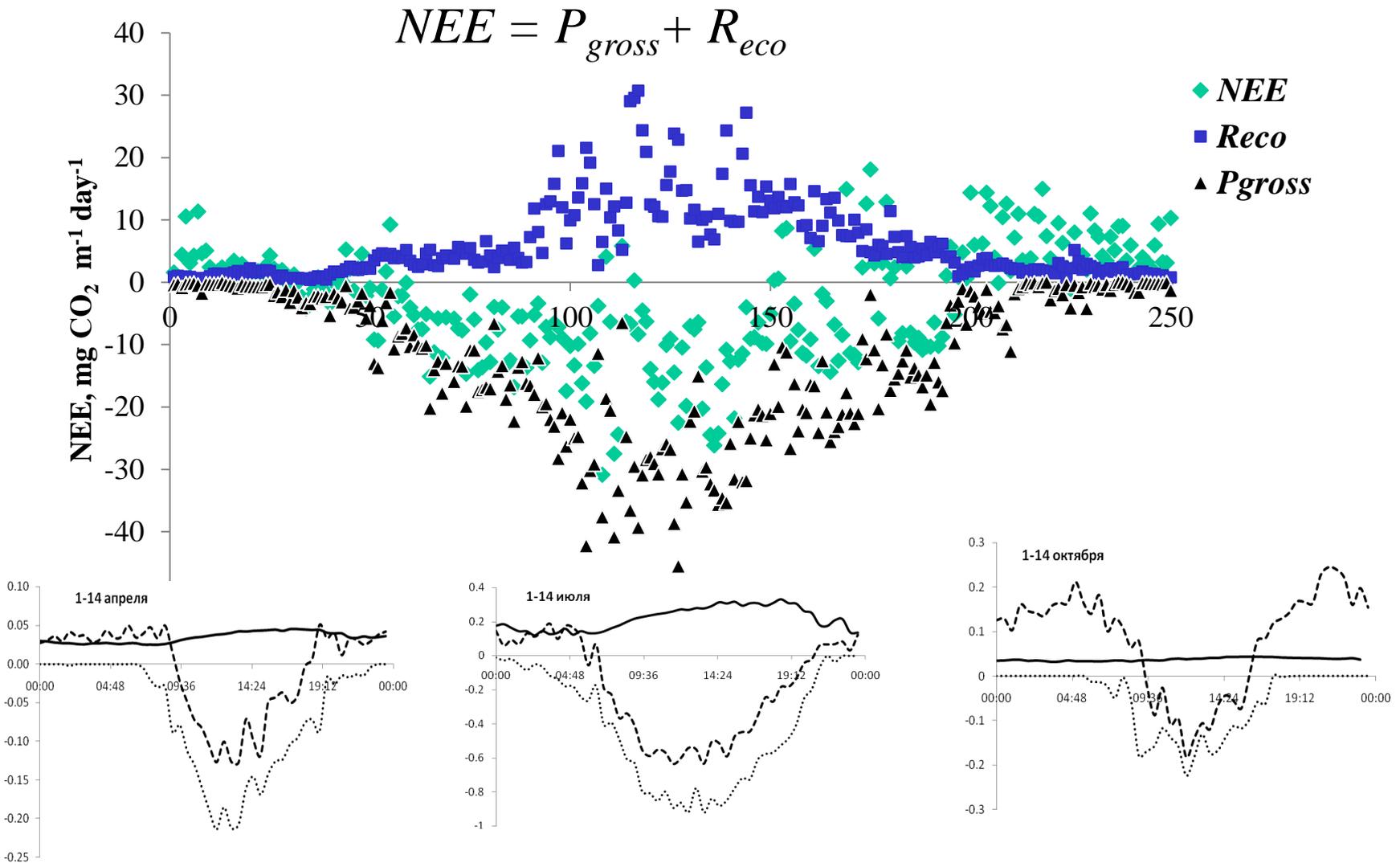
**Registration frequency 10 (20) Hz**

**Program EddyPro (Li-Cor, USA)**

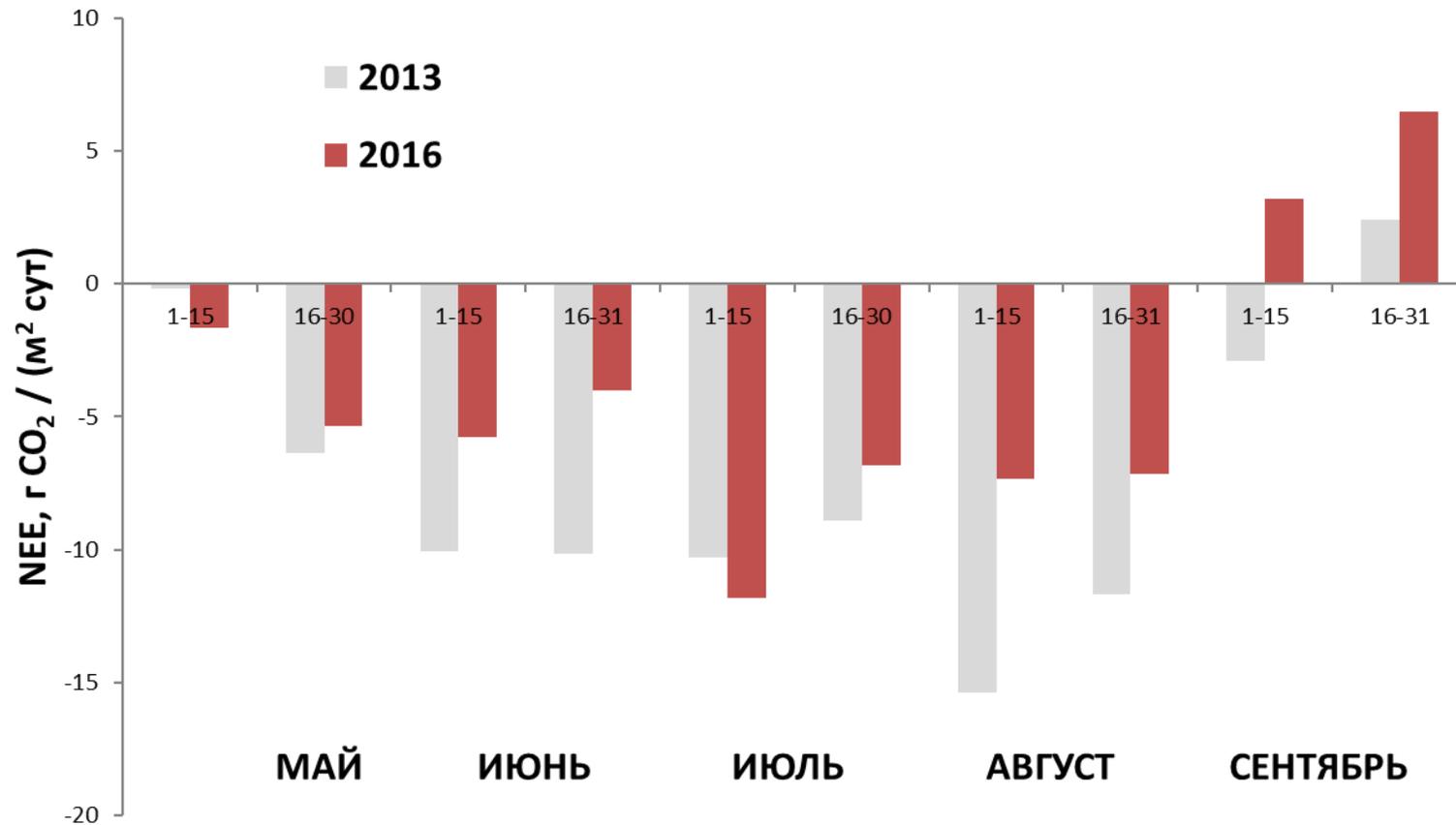


*Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022*

# Оценка нетто-обмена ( $NEE$ ), экосистемного дыхания ( $R_{eco}$ ) и гросс-фотосинтеза ( $P_{gross}$ ) в экосистеме ельника по данным измерений эдди-коварианс



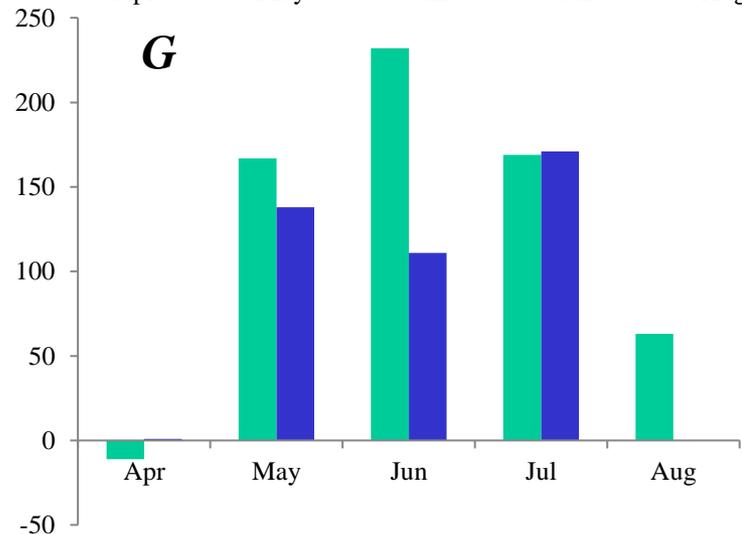
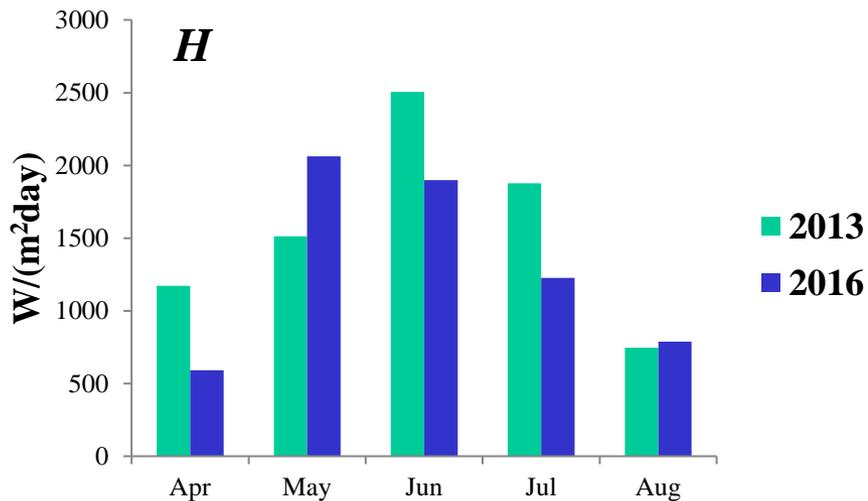
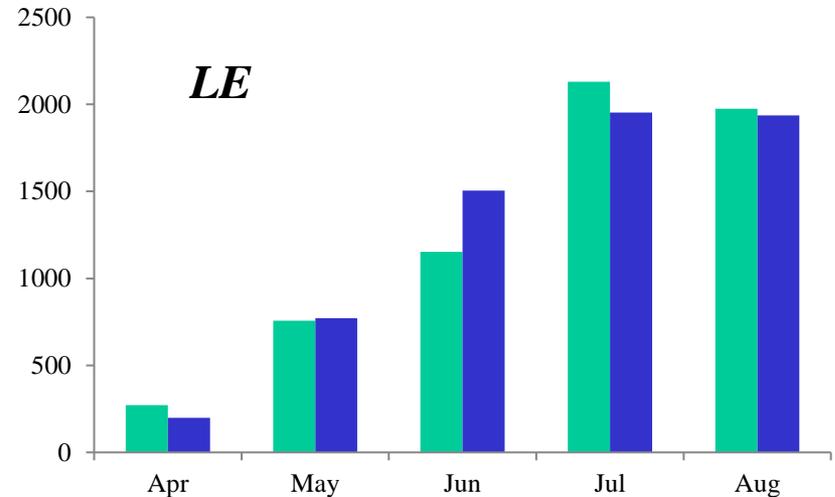
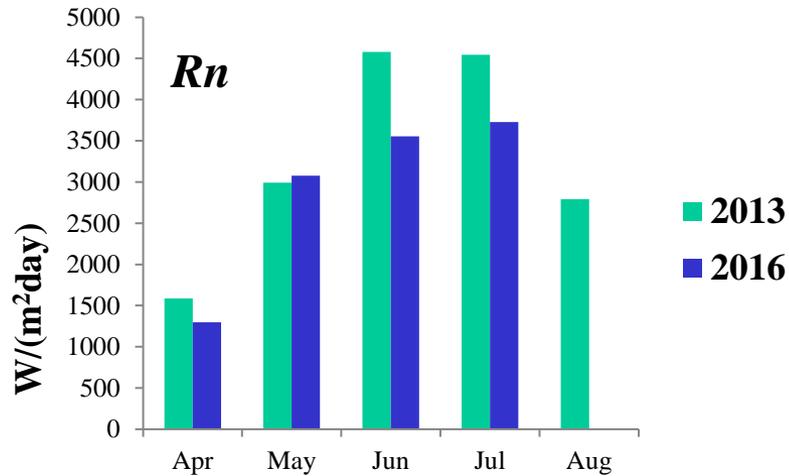
# Оценка межгодовой вариабельности баланса нетто-обмена CO<sub>2</sub> в экосистеме елового леса



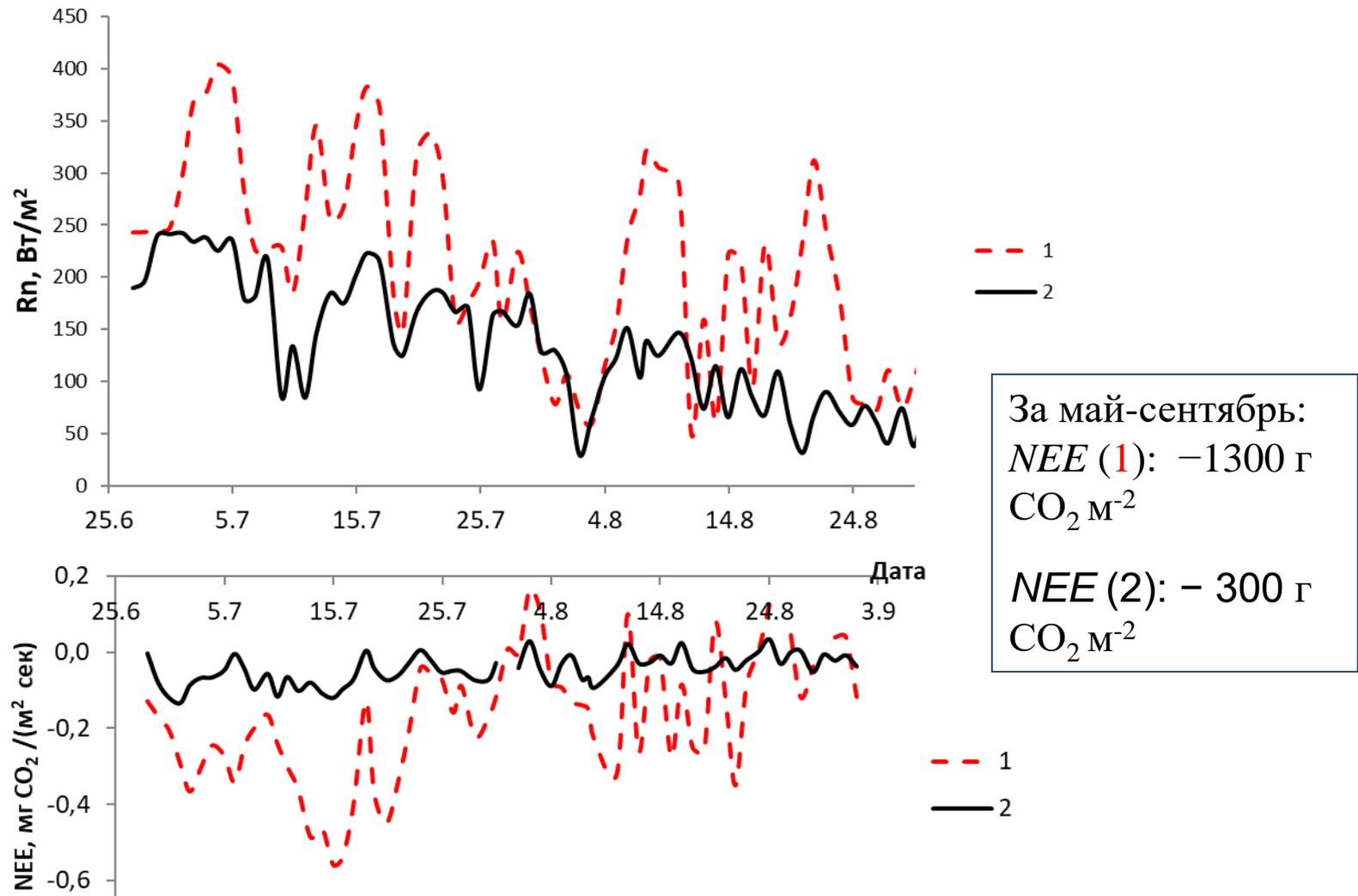
Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Изучение связи нетто-обмена $\text{CO}_2$ с характеристиками теплообмена в экосистеме ельника:

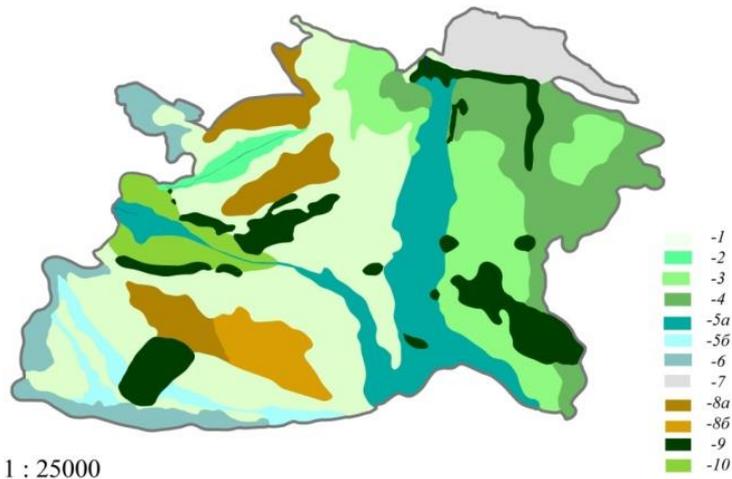
$R_n$  – радиационный баланс;  $H$  – турбулентный теплообмен,  $LE$  – затраты тепла на испарение влаги,  $G$  – теплообмен почвы



# Радиационный баланс ( $R_n$ ) и нетто-обмен $\text{CO}_2$ ( $NEE$ ) в ельнике (1) и сосняке(2) средней тайги



# Болотный стационар: мезо-олиготрофное болото Медла-Пэв-Нюр в средней тайге

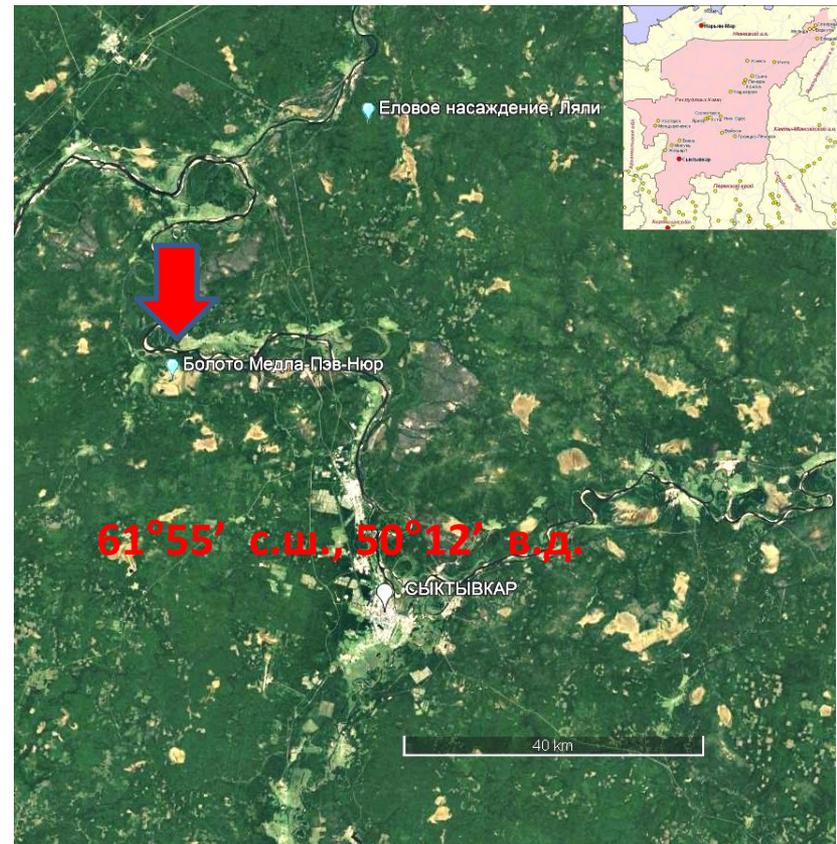


Разнообразие растительного покрова мезо-олиготрофного болота Медла-Пэв-Нюр

Площадь болота - 2790 га;

Средняя мощность торфа – 1.4 м;

Водоприемниками служат  
р. Пожег и р. Пычим.

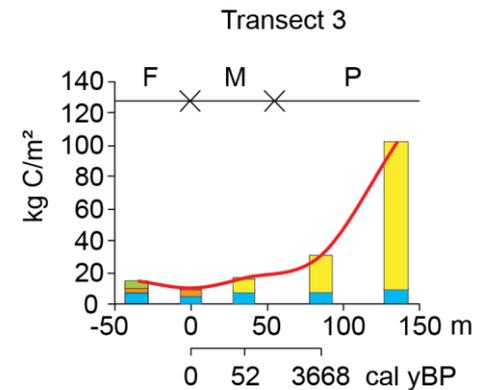
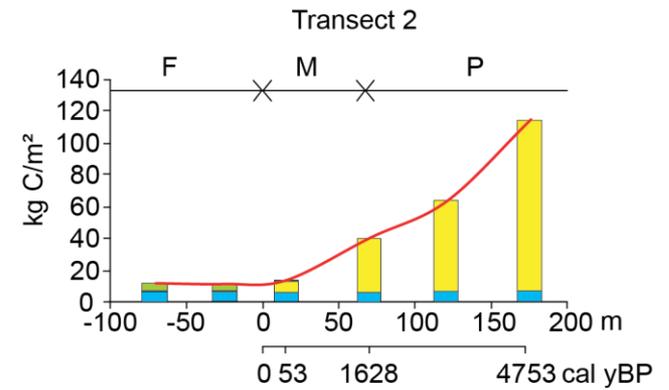
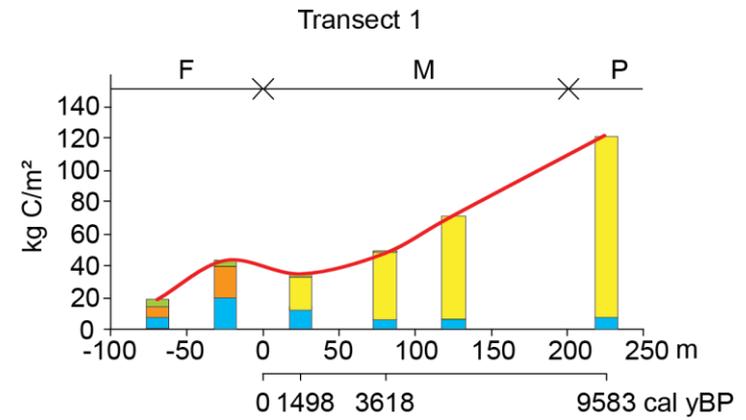
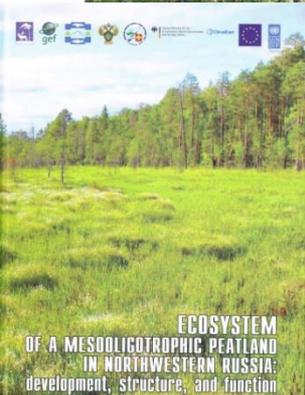


Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Мезо-олиготрофное болото Медла-Пэв-Нюр: эволюция и динамика запаса углерода

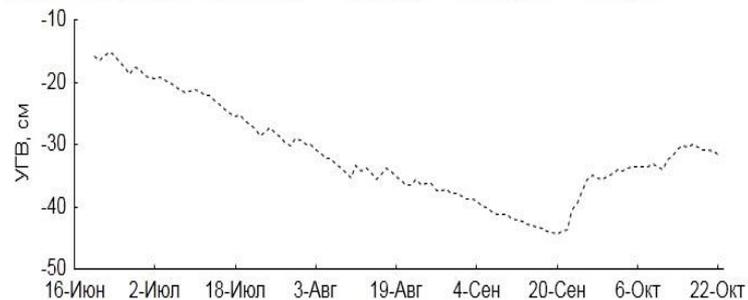
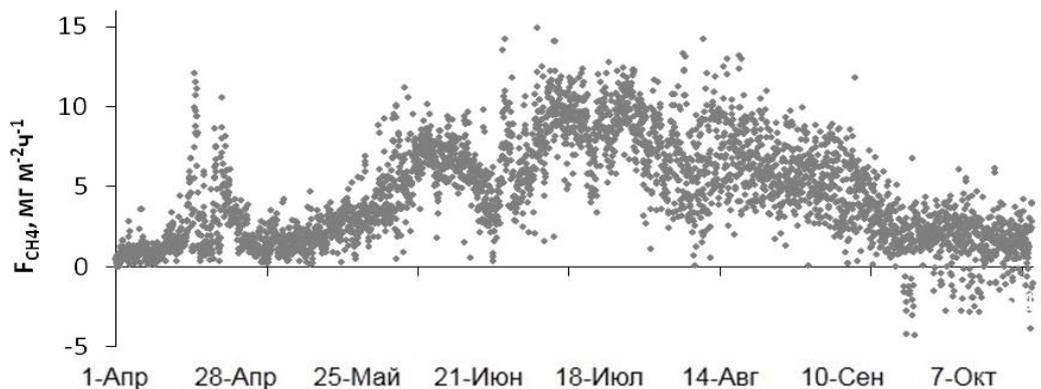
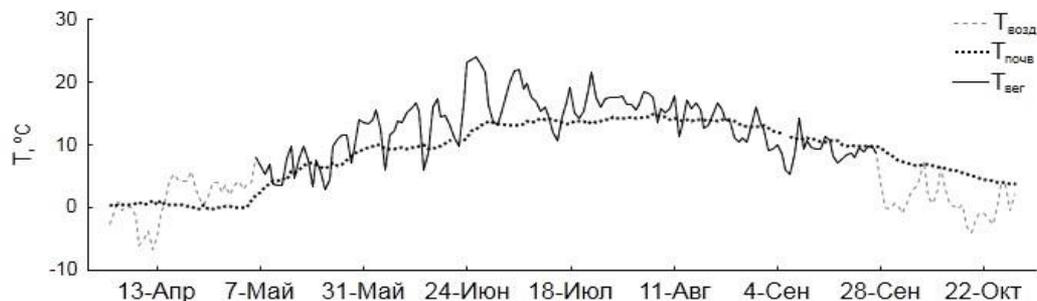
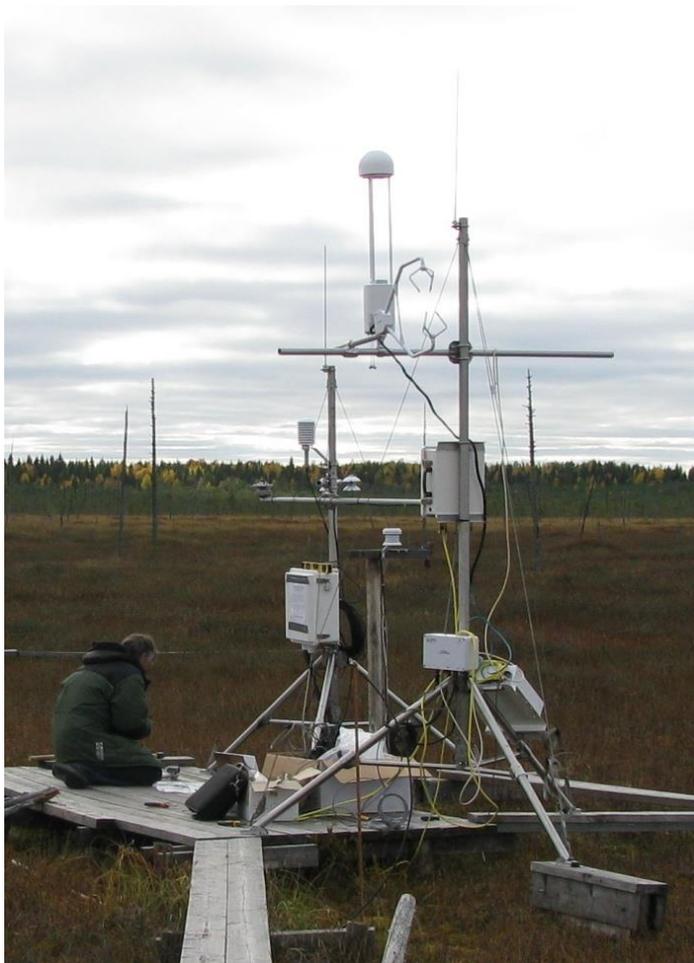


«Ecosystem of a mesooligotrophic peatland..., 2016»

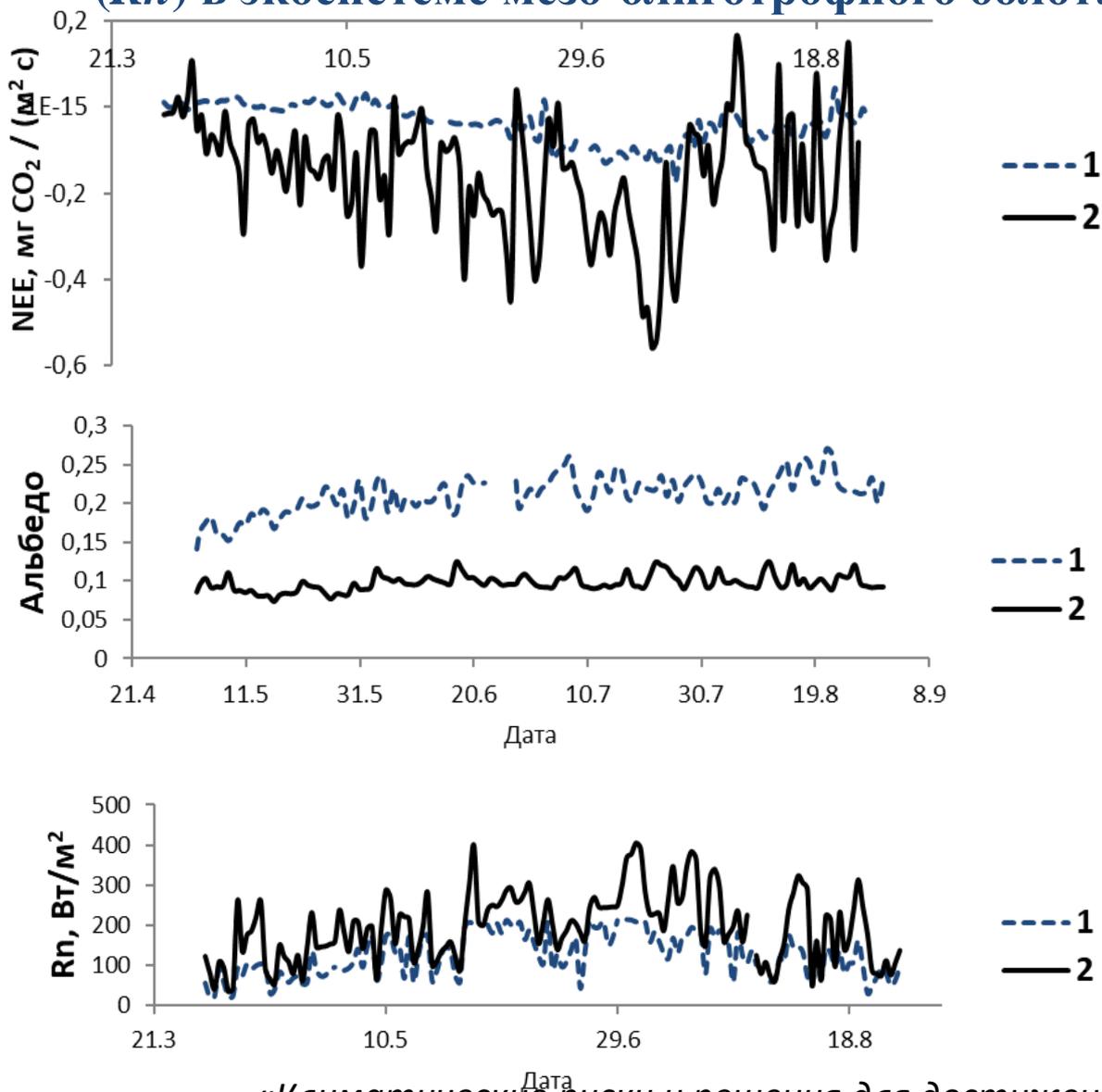


- Phytomass
- Organic Layer
- Peat
- Mineral 0-30 cm depth
- F Forest
- M Marginal peatland
- P Open peatland

# Измерения потоков парниковых газов в болотной экосистеме по методу эдди-коварианс

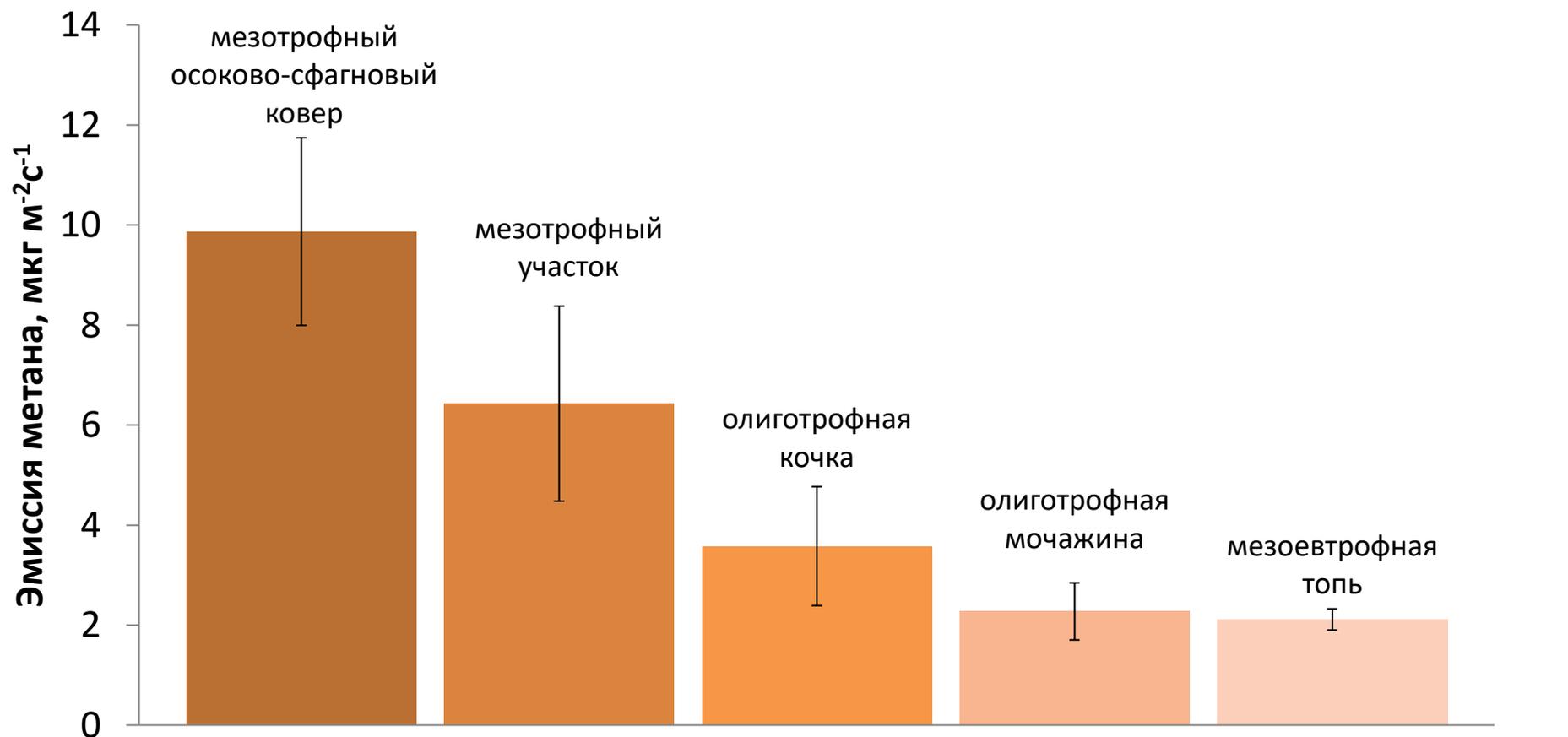


# Сравнение нетто-обмена ( $NEE$ ), альbedo и радиационного баланса ( $Rn$ ) в экосистеме мезо-олиготрофного болота (1) и елового леса (2)



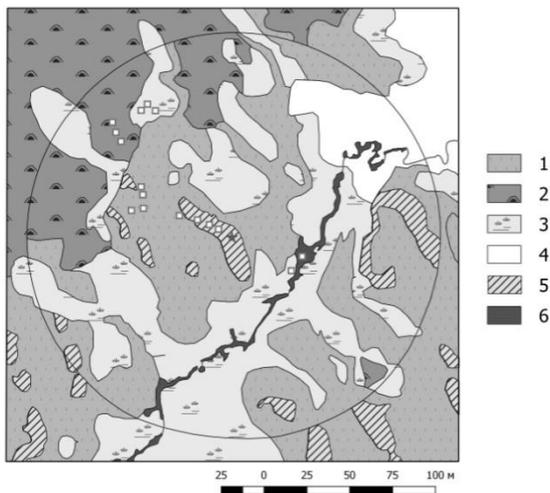
Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Измерения эмиссии метана на разных участках мезо-олиготрофного болота методом камер

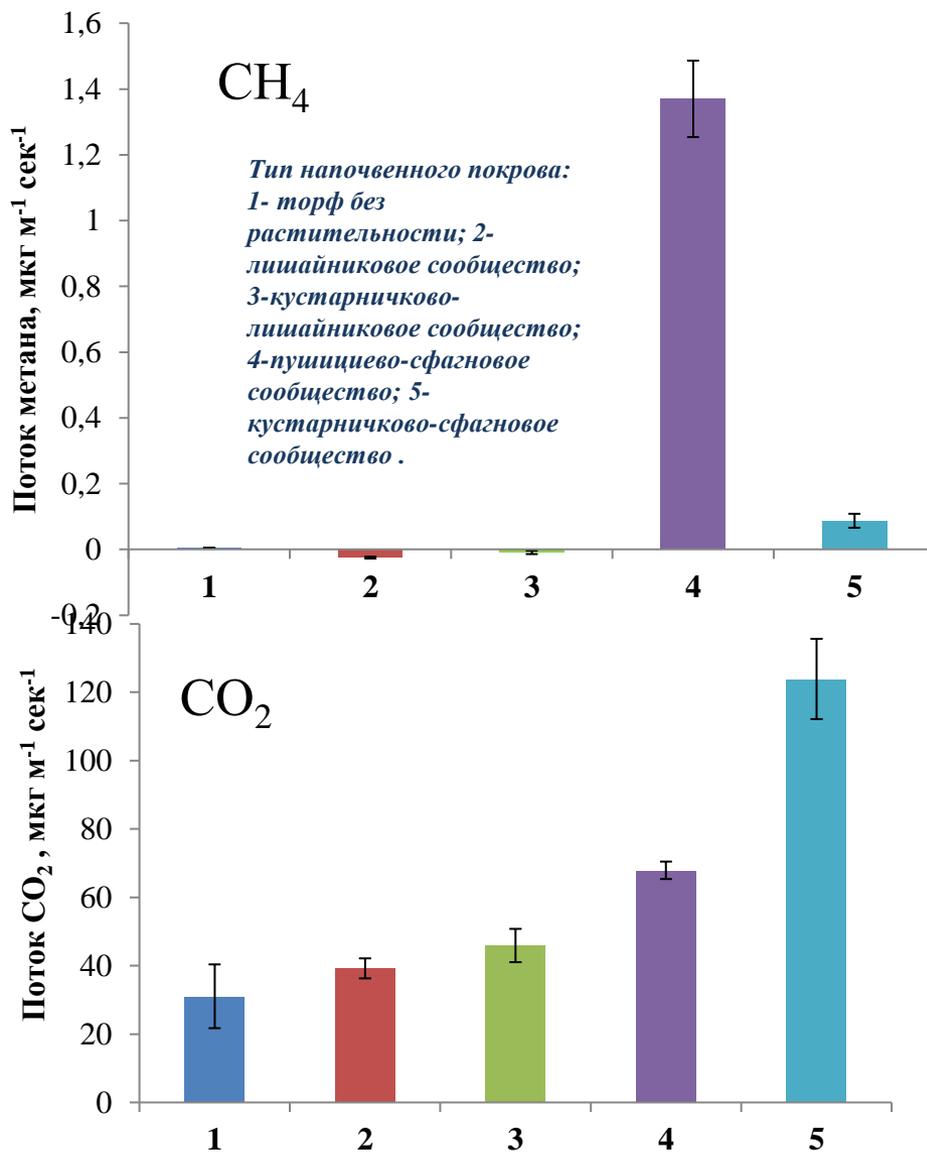


Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

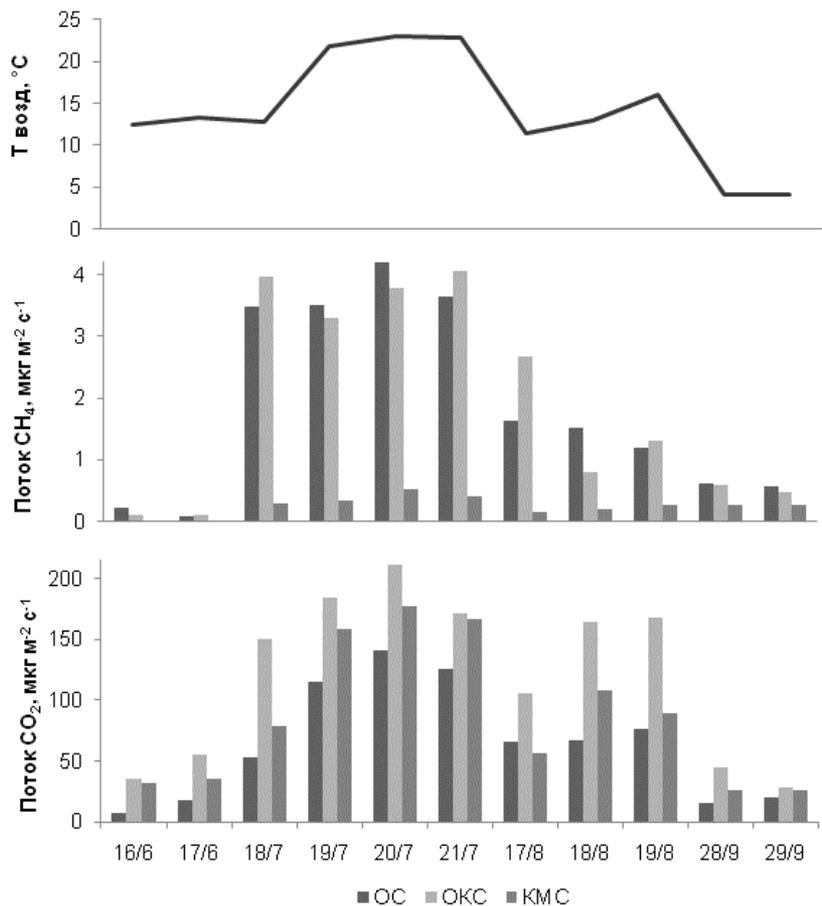
# Крупнобугристое болото в крайне северной тайге: результаты измерений методом камер



Карта-схема ландшафта крупнобугристого болота в радиусе проведения измерений

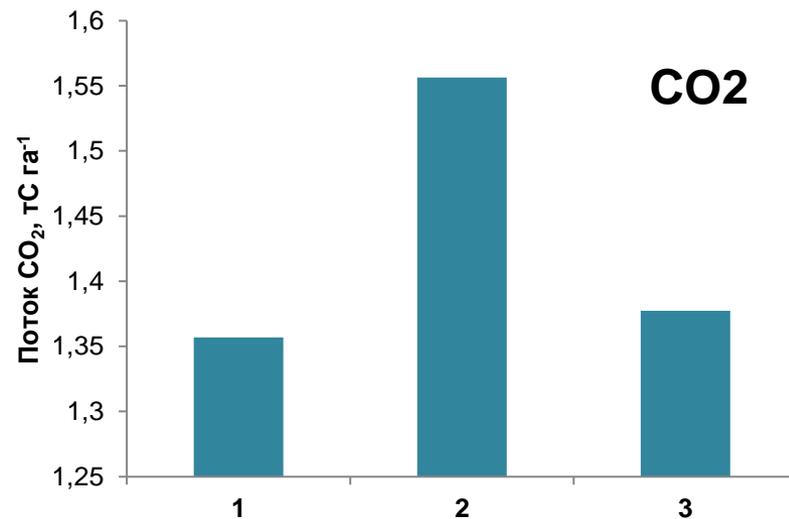
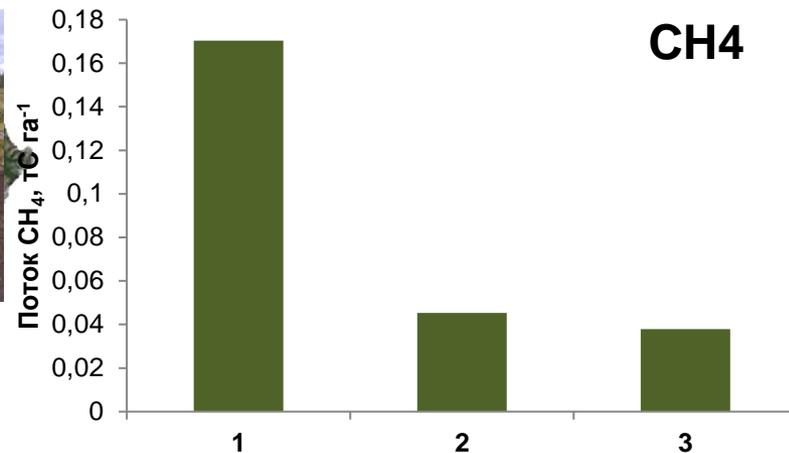
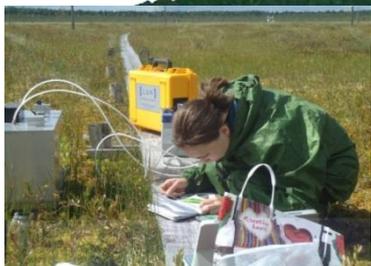


# Аапа болото в северной тайге: результаты измерений парниковых газов камерным методом



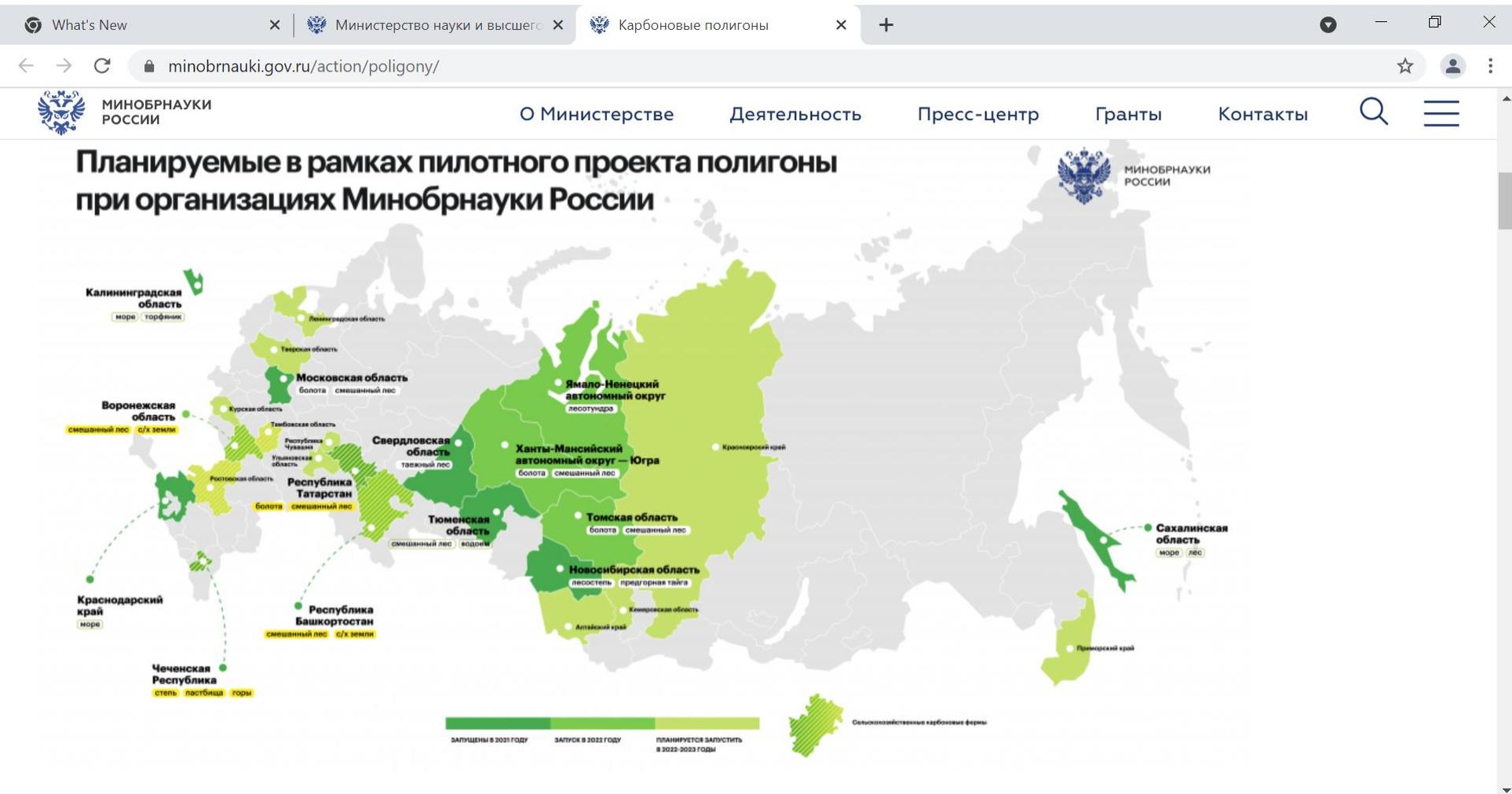
Растительные сообщества: OC – осоково-сфагновое, OKC – ерниково-осоково-сфагновое, KMC – кустарничково-морошково-сфагновое

# Сравнение эмиссии метана в разных типах болот на европейском северо-востоке России (по результатам измерений методом камер)



- 1- мезо-олиготрофное болото (на средняя тайга);
- 2- аапа болото (северная тайга);
- 3- крупнобугристое болото (крайне северная тайга).

# Приказ Минобрнауки РФ № 74 от 5 февраля 2021 г. «О полигонах для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса»



Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022

# Заключение

1. В условиях современного климата ненарушенные экосистемы хвойных лесов и болот на территории Республики Коми характеризуются положительным балансом экосистемного обмена диоксида углерода, т.е. выполняют функцию стока атмосферного углерода.
2. Баланс потоков углеродсодержащих парниковых газов исследованных экосистем характеризуется межгодовой вариабельностью, а также зависит от структуры и функционального состояния растительного покрова.
3. Необходимо развивать сеть мониторинговых наблюдений для пополнения банка данных о пространственной и временной вариабельности потоков парниковых газов в разных типах наземных экосистем региона.

**Благодарю за внимание!**



*Пермская зимняя школа  
«Климатические риски и решения для достижения углеродной нейтральности»,  
г. Пермь, 11-12.03.2022*