

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АККУМУЛЯЦИЮ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

АСПИРАНТ 1 Г.О.
А.И. КУЗНЕЦОВА
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ
чл.-корр. Н.В. ЛУКИНА

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва
г. Москва, 2019

Научная значимость: углубление знаний о факторах и механизмах, обуславливающих накопление углерода в почвах лесов, для

- прогноза динамики экосистемных функций и услуг лесов
- разработки мер по смягчению изменений климата

Научные вопросы:

- (1) Возрастает ли уровень аккумуляции почвенного углерода в ходе естественного сукцессионного развития хвойных и широколиственных лесов?
- (2) Каким путем растительность оказывает влияние на уровень аккумуляции углерода в почвах ?

Новизна ожидаемых результатов:

Дана оценка изменений запасов углерода в ходе сукцессионной динамики лесов и выявлены основные механизмы аккумуляции углерода в почвах, связанные с влиянием растительности.

Практическая значимость:

Результаты могут быть использованы для разработки системы поддержки принятия решений в лесохозяйственной практике для устойчивого управления лесами в условиях комбинированного действия антропогенных и природных факторов.

ЦЕЛЬ

- ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АККУМУЛЯЦИЮ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ТАЕЖНЫХ И ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ХОДЕ ИХ СУКЦЕССИОННОГО РАЗВИТИЯ

ЗАДАЧИ

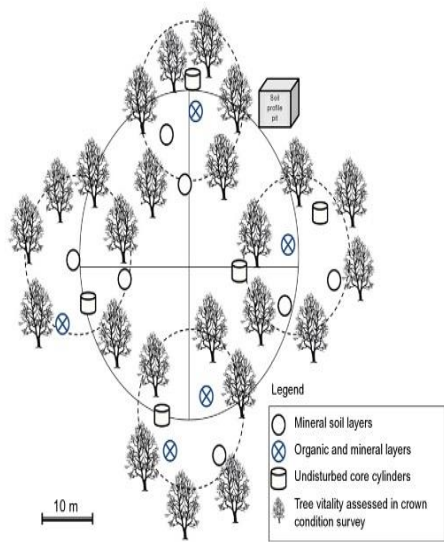
1. Анализ современного состояния проблемы
2. Оценка уровня аккумуляции почвенного углерода в лесах
3. Идентификация основных факторов, обуславливающих накопление углерода в почвах
4. Выявление основных механизмов влияния растительности на аккумуляцию почвенного углерода
5. *Выявление индикаторов динамики почвенного углерода для оценки сукцессионного статуса лесов*

Характеристика объектов исследования

Объект	Зона	Тип леса
Карелия	Северная тайга	Сосняки, Ельники, Березняки
	Средняя тайга	Сосняки, Ельники, Березняки
Карельский перешеек		Сосняки, Ельники, Березняки
Брянское полесье	Хвойно-широколиственная	<ul style="list-style-type: none">• Сосняки кустарничково-зеленомошные• Сосняки сложные• Полидоминантные широколиственные леса с елью
Москворецко-Окская равнина		<ul style="list-style-type: none">• Березово-липовые с осиной неморальнотравные леса• Липовые леса с березой и осиной неморальнотравные• Широколиственно-еловые бореально-неморальнотравные леса
Северо-Западный Кавказ		<ul style="list-style-type: none">• Осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные• Буко-пихто-грабовые мелкотравные• Пихто-буковые метвопокровные сообщества

Схема отбора почвенных образцов в таежных лесах:

- Пробные площади в таежной зоне заложены в узлах регулярной сети
 - 16*16 км Карельском перешейке ($n=43$)
 - 32*32 км в Республике Карелия ($n=44$ в северной тайге, $n=45$ в средней тайге).
- Отобраны смешанные образцы из 4 опорных разрезов по горизонтам (FH, E/A, B, BC)



Расположение ППН (Постоянного пункта наблюдения)

Схема отбора почвенных образцов в зоне хвойно-широколиственных лесов:

- Пробные площади в подзоне хвойно-широколиственных лесов заложены на ключевых участках ($n=9$)
 - В каждом типе леса закладывались 3 пробных площади размером 50 x 50 м
 - На каждой пробной площади размечалась регулярная сеть 10*10 м
- Отобраны индивидуальные образцы из 1 опорного разреза каждые 10 см и 25 единичных проб из горизонтов L, FH, AY, E, BF, которые далее смешивались с получением 3 усредненных образцов для каждого горизонта

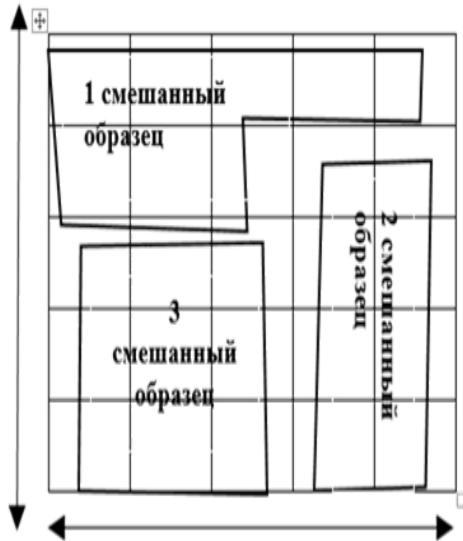


Схема отбора смешанных образцов

Расчет запасов углерода:



Отбор монолита подстилки для определения ее веса

- Для определения запасов подстилки отобраны монолиты подстилки с использованием рамки размером 0.25*0.25 м в трехкратной повторности
- Расчет запаса углерода в пуле подстилки проводят путем умножения абсолютного сухого веса пробы на среднее содержание углерода*

$$\text{Спочва} = \text{Сорг} * \text{Н} * \text{р}$$

Спочва - запас углерода в пуле почвы, тонн С га-1

Сорг - содержание углерода в смешанном почвенном образце, %

Н - глубина отбора проб почвы, см

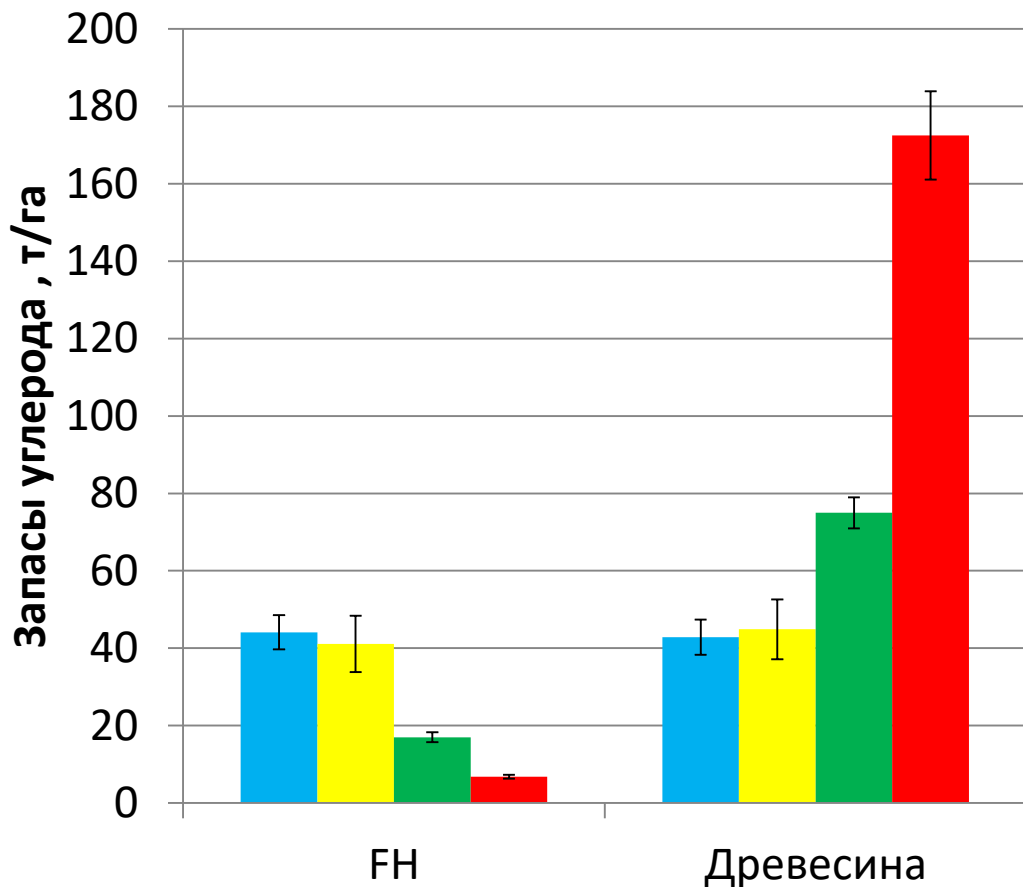
р - объемная масса почвы, г см-3;

Физико-химические методы:

- рН(H₂O) – потенциометрически; обменная кислотность - 1N KCl (рН=7.0) титрованием до рН 7.8
- Гранулометрический состав - по методу ISO/DIS 11277 – для таежных образцов, по ГОСТ 12536-2014 – для хвойно-широколиственных образцов.
- Валовое содержание металлов в горизонте ВС - методом ААС – для образцов из таежных лесов, рентгено-флюоресцентного анализа – для хвойно-широколиственных образцов.
- Содержание углерода и азота определялось на CHNS-анализаторе PE-2040 фирмы Perkin Elmer (США) для таежных образцов, на CHN анализаторе (EA 1110 (CHNS-O) для образцов Брянского полесья (Газовая хроматография. Методика измерений № 88-17641-004-2016 (ФР.1.31.2016.23502)

*Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2017 г. N 20-р «О методических указаниях по количественному определению объема поглощения парниковых газов» [Электронный ресурс]. — <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (дата обращения 01.07.2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в подстилках и древесине таежных и хвойно-широколиственных лесов (на примере сосновых лесов)



ФАКТОРЫ:

КЛИМАТ

МЕХАНИЗМЫ:

НАПРЯМУЮ - через изменение водного и температурного режима

КОСВЕННО - через регулирование продуктивности и состава растительности (качества опада)

■ северная тайга Карелии (n=26) **0,9-2,5 т/га** (Никонов, 1986)

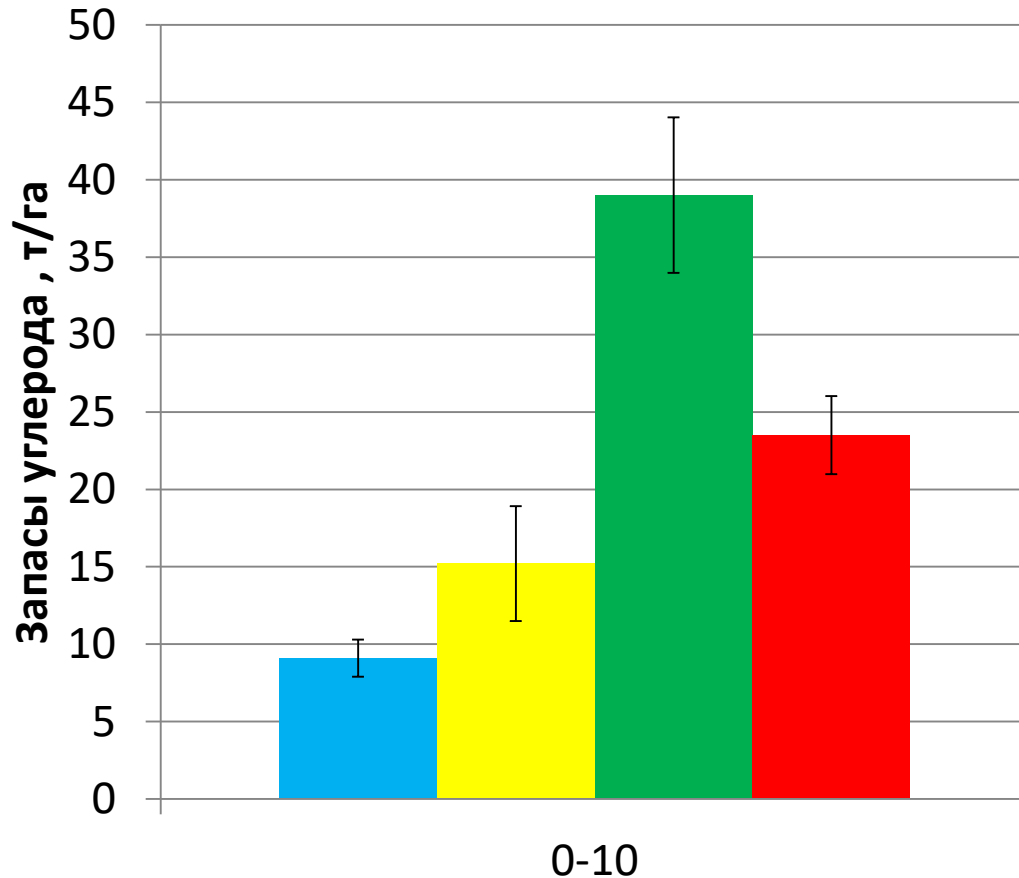
■ средняя тайга Карелии (n=11)

■ средняя тайга Карельского перешейка (n=24)

■ хвойно-широколиственная зона (n=25) **3.1 – 4.4 т/га** (Шаблей, 1990)

2,1-3,9 т/га (Казимиров, 1977; Редько, 1984)

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в слое 0-10 см почв таежных и хвойно-широколиственных лесов (на примере сосновых лесов)



- северная тайга Карелии (n=26)
- средняя тайга Карелии (n=11)
- средняя тайга Карельского перешейка (n=24)
- хвойно-широколиственная зона (n=25)

ФАКТОРЫ:

КЛИМАТ

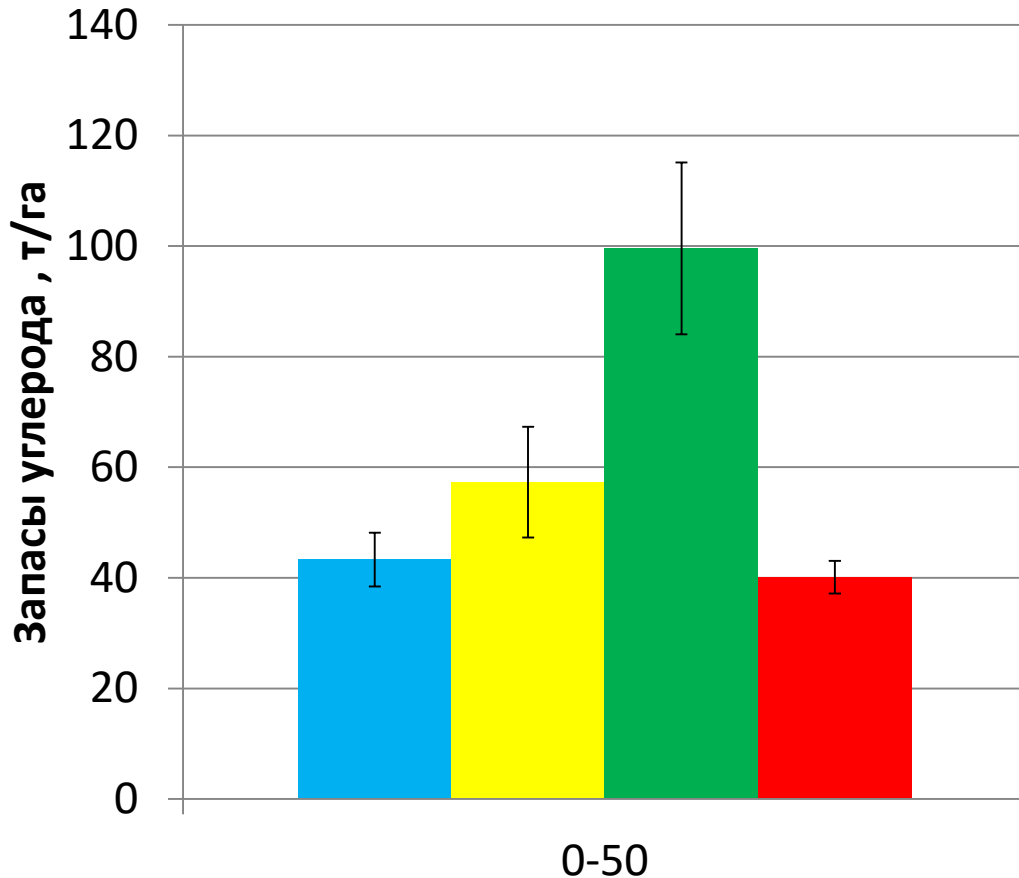
МЕХАНИЗМЫ:

НАПРЯМУЮ - через изменение водного и температурного режима

КОСВЕННО - через регулирование продуктивности и состава растительности (качества опада)

Тср.	T>5°C	C/N
0	131	52
2.8	159	39
5.4	179	21
5.9	199	18

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в слое 0-50 см почв таежных и хвойно-широколиственных лесов (на примере сосновых лесов)



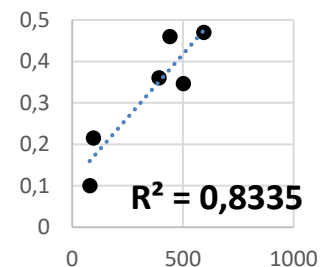
- северная тайга Карелии (n=26)
- средняя тайга Карелии (n=11)
- средняя тайга Карельского перешейка (n=24)
- хвойно-широколиственная зона (n=25)

ФАКТОРЫ:

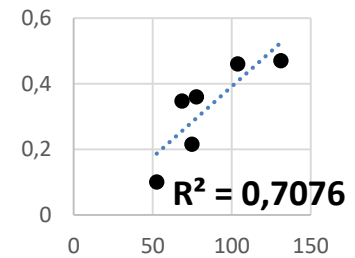
СОСТАВ
ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ
ПОРОД

МЕХАНИЗМЫ:

При низком содержании полуторных оксидов в иллювиальных горизонтах, отмечены менее выраженные процессы иллювиирования углерода



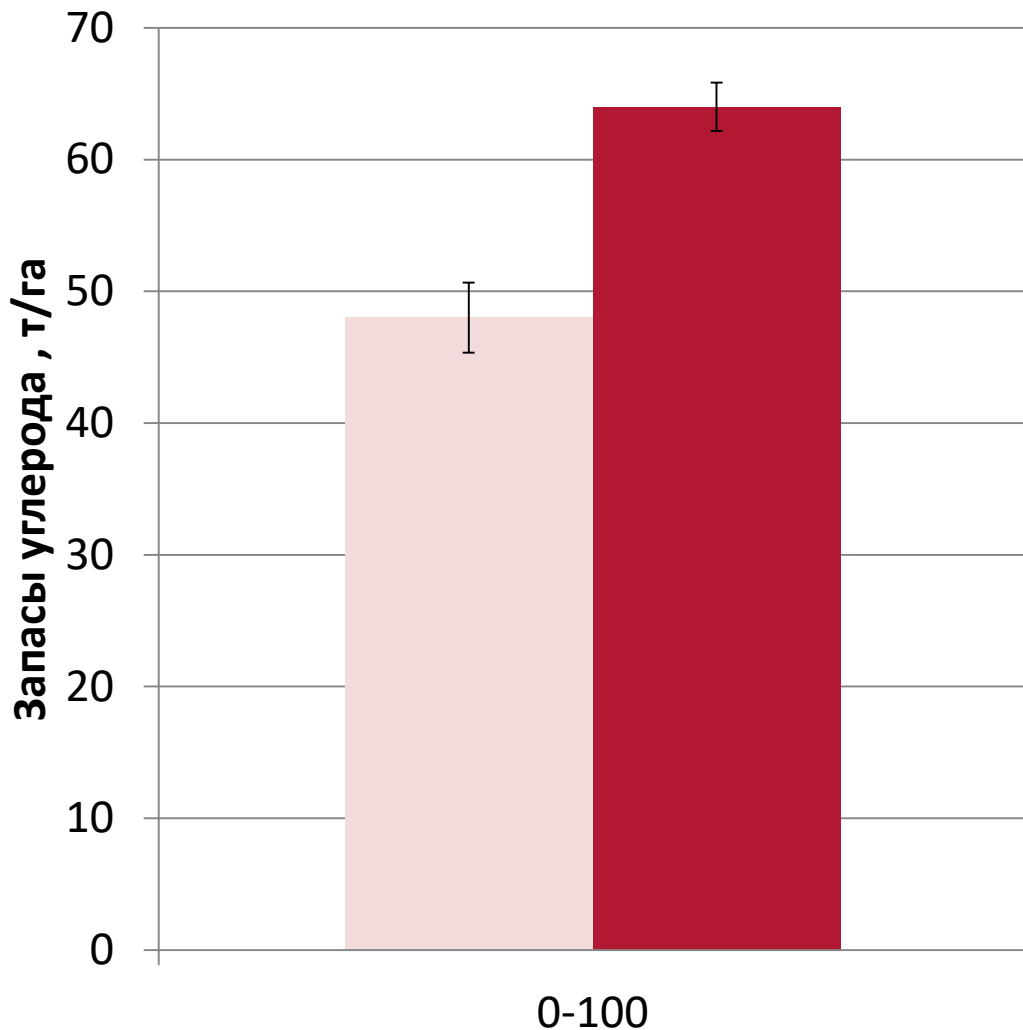
Собщ% - Al_{обм} мг/кг



Собщ %- Fe_{обм} мг/кг

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в слое 0-100 почв хвойно-широколиственных лесов

(на примере лесов Брянского полесья и Москворецко-Окской равнины)



■ Брянское полесье (n=36)

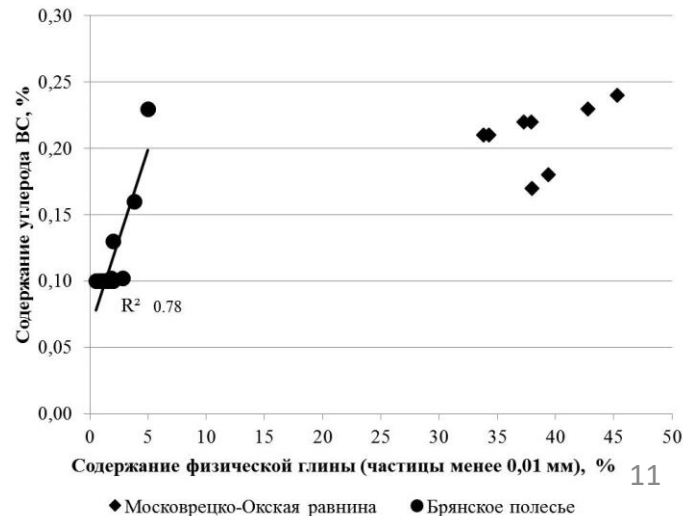
■ Москворецко-Окская равнина (n=36)

ФАКТОРЫ:

СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД

МЕХАНИЗМЫ:

Повышенное содержание физической глины в почвах смешанных лесов способствует увеличению содержания углерода.



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в слое 0-10 см и 0-50 см таежных и хвойно-широколиственных лесов (на примере сосновых лесов)

сосняки кустарничково-зеленомошные бореально-таежные

Сосняк сложный



ФАКТОРЫ:

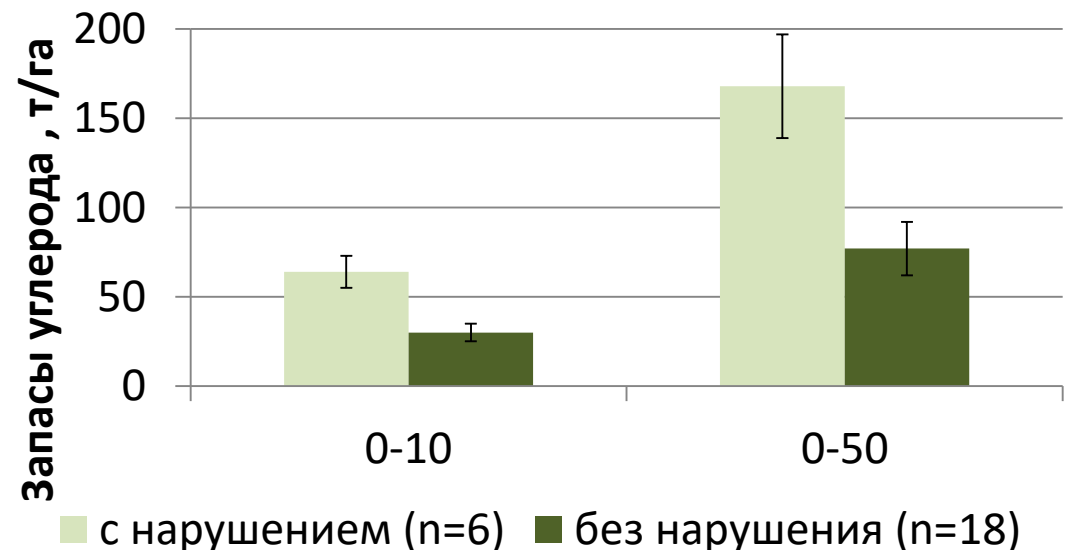
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

МЕХАНИЗМЫ:

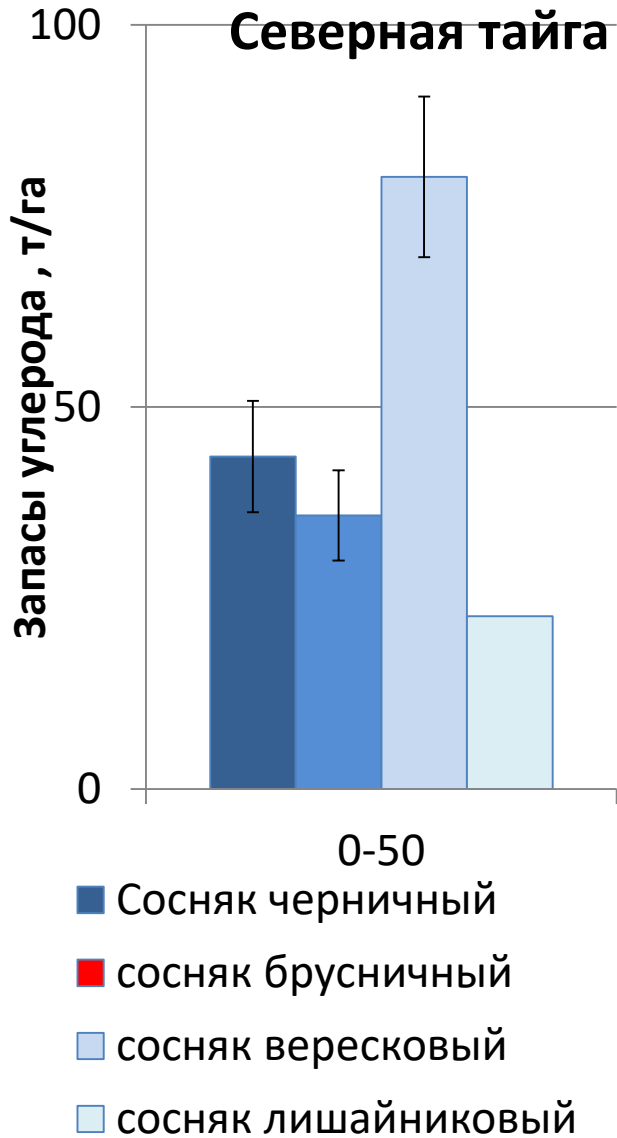
НАПРЯМУЮ - через внесение мелиорантов и удобрений

КОСВЕННО - через регулирование состава растительности (качества опада)

Карельский перешеек



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции углерода в слое 0-50 см почв таежных и хвойно-широколиственных лесов (на примере сосновых лесов)



ФАКТОРЫ:

ПОЖАРЫ

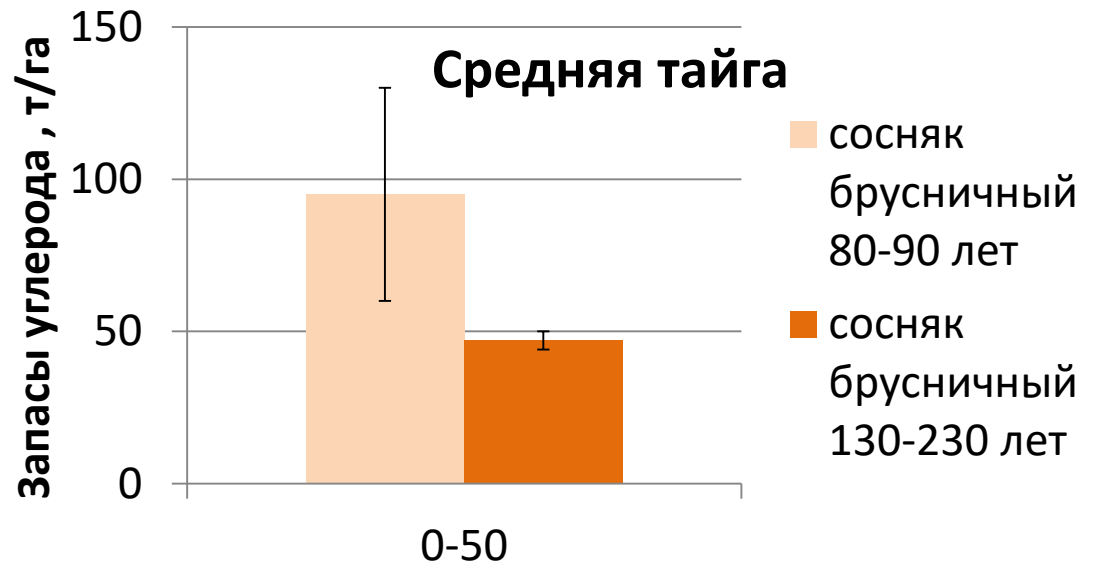
МЕХАНИЗМЫ:

НАПРЯМУЮ

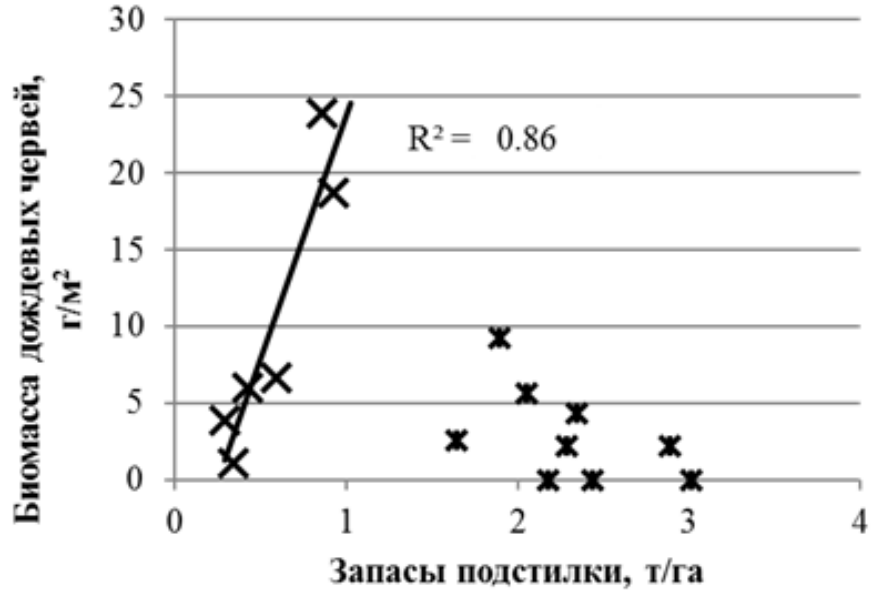
- миграция из разрушенной пожаром подстилки
- образование более стабильных форм орг. в-ва

КОСВЕННО

- через регулирование состава растительности (качества опада)



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции почвенного углерода в хвойно-широколиственных лесах (на примере лесов Брянского полесья и Москворецко-Окской равнины)

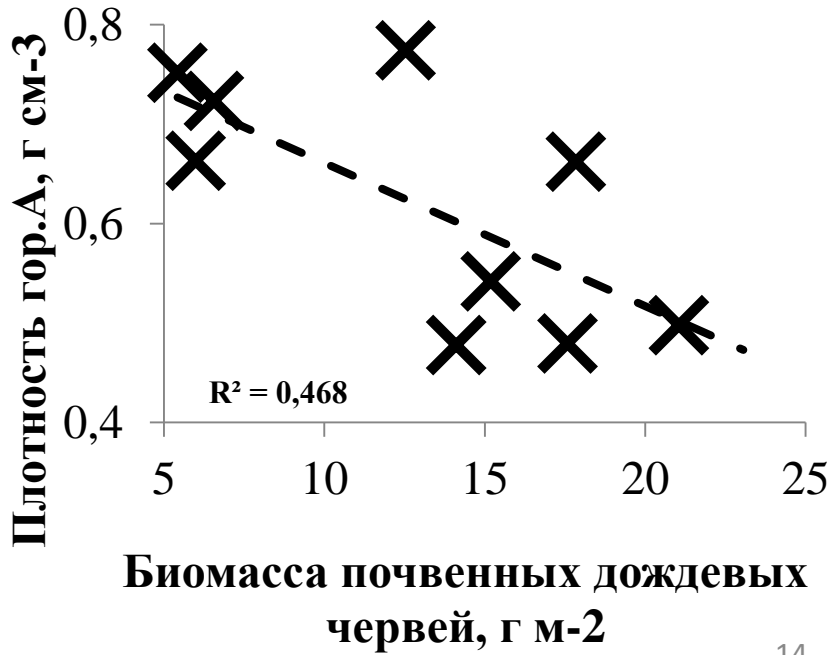


× Москворецко-Окская равнина × Брянское полесье

ФАКТОРЫ:
ПОЧВЕННАЯ БИОТА

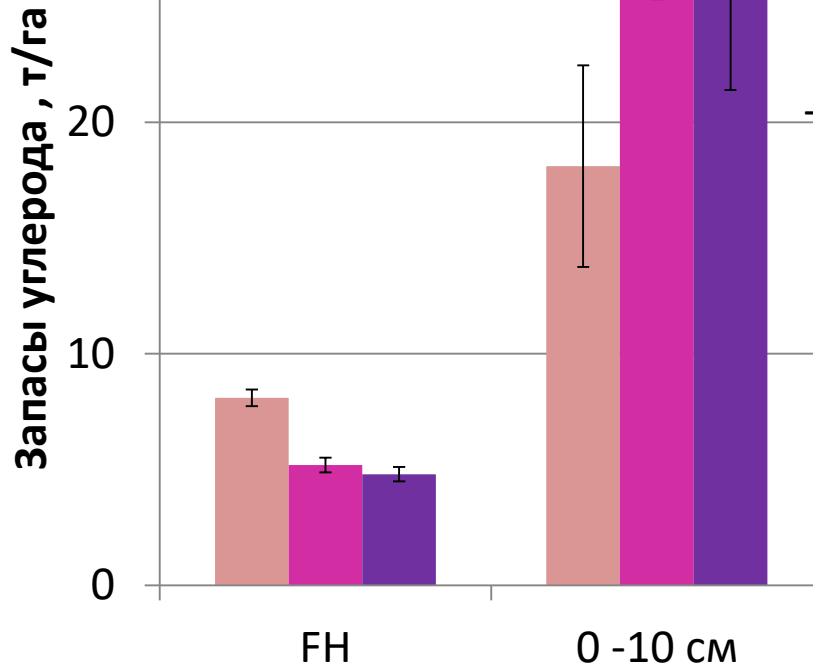
МЕХАНИЗМЫ:

- регулирование плотности/запасов подстилки
- регулирование в минеральных горизонтах почв уровня органического вещества



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка уровня аккумуляции почвенного углерода в слое 0-10 см таежных лесов и подстилки и слое 0-10 см хвойно-широколиственных лесов

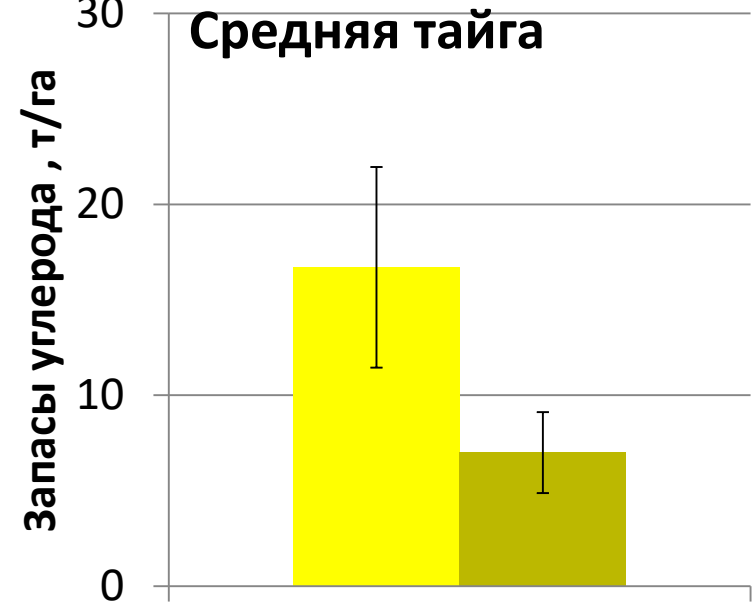
Хвойно-широколиственные леса



- Сосняк кустарничково-зеленомошный
- Сосняк сложный
- Полидоминантный широколиственный лес с елью

ФАКТОРЫ: РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МЕХАНИЗМЫ:

- через регулирование состава растительности (качества опада)
- через регулирования количества осадков, проникающих под кроны



- Сосняк черничный **17%**
- сосняк лишайниковый **2%**

Предварительные выводы

1. Общие запасы углерода с учетом подстилки и слоя 0-50 см варьировали от 47 т/га в почвах сосняков Брянского полесья до 116 т/га в почвах сосняков Карельского перешейка. В почвах среднетаежных и северотаежных сосняков Карелии запасы углерода составляли 100 и 87 т/га соответственно. Общие запасы углерода в подстилке и минеральном слое 0 -100 см в почвах Москворецко-Окской равнины возрастали от 61 т/га на ранней стадии сукцессии до 66 и 68 т/га на промежуточной и поздней стадиях соответственно.
2. Основными факторами аккумуляции углерода, на примере песчаных почв сосновых лесов на западе России, являются климатические условия, почвообразующие породы, почвенные мезосапрофаги, растительность, хозяйственная деятельность и пожары.
3. Основными факторами аккумуляции углерода, на примере суглинистых почв хвойно-широколиственных лесов Москворецко-Окской равнины, также является почвенная биота, которая не только обогащает горизонты почв органическим веществом, но и регулирует их плотность. Низкая плотность минеральных горизонтов, обусловленная активной жизнедеятельностью почвенных червей, является причиной невысокого уровня аккумуляции углерода в гумусовом горизонте суглинистых почв по сравнению с песчаными.
4. Влияние растительности связано с качеством опада и проявляется при сравнении запасов почвенного углерода между типами сосняков в пределах подзон. В Брянском Полесье влияние качества опада выражено в различиях запасов углерода в подстилках и верхних минеральных горизонтах между сосняками кустарничково-зеленомошными и сложными, а в среднетаежных лесах Карелии – в подстилках и верхних минеральных горизонтах между сосняками черничными с высокой долей трав и сосняками лишайниковыми.
5. Влияние растительности, связанное с регулированием количества осадков, проникающих под кроны, выражено в различиях запасов углерода в верхних минеральных горизонтах между сосняками кустарничково-зеленомошными и другими типами, с более сомкнутыми кронами.

Апробация работы

Доклады на конференциях

Международная научная конференция XXI Докучаевские молодежные чтения "Почвоведение - мост между науками " (г. Санкт-Петербург, 28 февраля – 03 марта 2018 г.)

V Міжнароднай навуковай канферэнцыі. Мінск - Белавежская пушча (г. Минск, 8 - 12 октября 2018 г.)

III Всероссийская (с международным участием) научная конференция «Научные основы устойчивого управления лесами» (г. Москва, 30 октября – 1 ноября 2018 г.)

Планируемое участие на конференциях

VIII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева пройдет (г. Сыктывкар, 10 - 14 августа 2020 г.)

Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Орлова М.А., Горнов А.В., Горнова М.В., Тебенькова Д.Н. Сравнительная оценка выноса растворенного органического углерода с почвенными водами в северотаежных и хвойно-широколиственных лесах Европейской части России // Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы III Всеросс. (с междунар. участием) научной конференции «Научные основы устойчивого управления лесами» (г. Москва, 30 октября – 1 ноября 2018 г.). – М.: ЦЭПЛ РАН, 2018. С. 70-71.

Кузнецова А.И., Горнова М.В., Тебенькова Д.Н., Катаев А.Д. Динамика состава атмосферных выпадений и почвенных вод в течение вегетационного периода в хвойно-широколиственных лесах // Материалы Международной научной конференции XXI Докучаевские молодежные чтения "Почвоведение - мост между науками" / Под ред. Б.Ф. Апарина. -СПб., 28 февраля – 03 марта 2018. - 480 с.

Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Гераськина А.П., Тихонова Е.В., Горнов А.В., Шевченко Н.Е., Горнова М.В., Тебенькова Д.Н., Смирнов В.Э. Динамика запасов почвенного углерода горных и равнинных хвойно-широколиственных лесов Европейской части России в ходе их сукцессионного развития // Матэрыялы V Міжнароднай навуковай канферэнцыі. Мінск - Белавежская пушча, 8 - 12 кастрычніка 2018 г. Мінск: «Колорград». 2018.С. 58-59.

СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ – 2 +1

Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Тихонова Е.В., Горнов А.В., Горнова М.В., Смирнов В.Э., Гераськина А.П., Шевченко Н.Е., Тебенькова Д.Н., Чумаченко С.И. Аккумуляция углерода в песчаных и суглинистых почвах равнинных хвойно-широколиственных лесов в ходе восстановительных сукцессий // Почвоведение. 2019. №7

Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Смирнов В.Э., Гераськина А.П., Горнов А.В., Тихонова Е.В., Лукина Н.В. Сукцессионная динамика запасов почвенного углерода и растительности хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа //Лесоведение. 2019. № 3.

Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Тихонова Е.В., Горнов А.В., Горнова М.В., Смирнов В.Э., Данилова М.А., Тебенькова Д.Н., Ткаченко Ю.Н., Геникова Н.В., Браславская Т.Ю. Сравнительная оценка запасов углерода в песчаных почвах сосновых лесов на западе России // Почвоведение. 2020. *На рецензировании*

Монография - 1

Сравнительная оценка размеров выноса углерода с почвенными водами в таежных и хвойно-широколиственных лесах / Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Данилова (Орлова) М.А., Тебенькова Д.Н.//

В книге: Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. Под редакцией Н.В. Лукиной. Москва, 2018. С. 140-146.

Оценка запасов углерода в почвах хвойно-широколиственных лесов на разных стадиях послерубочных восстановительных сукцессий / Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Тебенькова Д.Н., Смирнов В.Э.// В книге: Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов Под редакцией Н.В. Лукиной. Москва, 2018. С. 99-121.

Оценка запасов углерода в почвах таежных лесов /Лукина Н.В., Данилова (Орлова) М.А., Тихонова Е.В., Бахмет О.Н., Крышень А.М., Смирнов В.Э., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Князева С.В., Шашков М.П.// Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. Под редакцией Н.В. Лукиной. Москва, 2018. С. 122-139.