

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АККУМУЛЯЦИЮ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА В ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

АСПИРАНТ 2 Г.О.
А.И. КУЗНЕЦОВА
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ
чл.-корр. Н.В. ЛУКИНА

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва
г. Москва, 2020

Научная значимость: углубление понимания механизмов и оценки роли различных факторов, регулирующих накопление углерода в почвах лесов, для

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

Научные вопросы:

(1) Какова степень меж- и внутрибиогеоценотического варьирования запасов почвенного углерода?

(2) Каким образом растительность влияет на накопление почвенного углерода? Идентичность видов и биоразнообразие (видовая насыщенность)

Новизна ожидаемых результатов:

Оценки пространственного (меж- и внутрибиогеоценотического) варьирования запасов почвенного углерода и 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 и их сохранения.

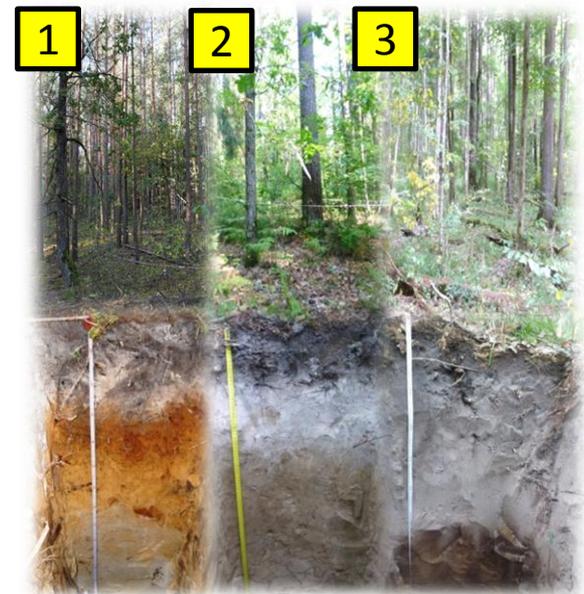
ЦЕЛЬ: Оценка влияния растительности на аккумуляцию углерода в почвах хвойно-широколиственных лесов европейской части России

ЗАДАЧИ:

1. Анализ современного состояния проблемы
2. Идентификация основных факторов, обуславливающих накопление углерода в почвах
3. Оценка запасов почвенного углерода с учетом внутрибиогеоценотического и межбиогеоценотического варьирования в хвойно-широколиственных лесах
4. Выявление основных механизмов влияния растительности на аккумуляцию почвенного углерода

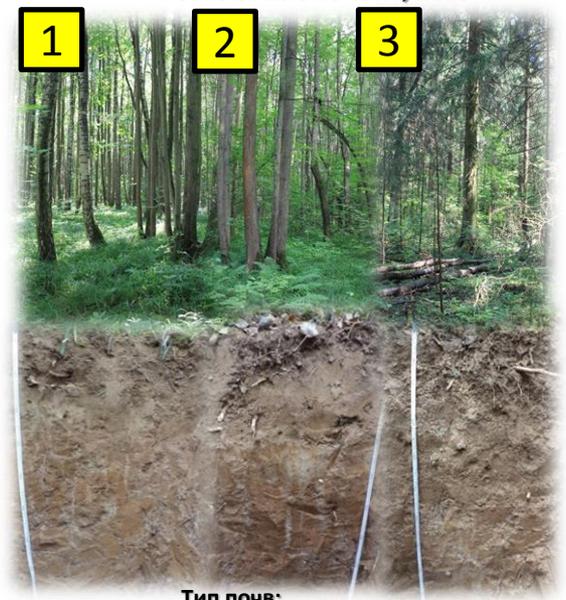
Объекты исследования:

Объект	Тип леса
<p>Брянское полесье</p> <p>Ос=633 мм. Тср=6,1°C</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сосняки кустарничково-зеленомошные 2. Сосняки сложные 3. Полидоминантные широколиственные леса с елью
<p>Москворецко-Окская равнина</p> <p>Ос=706 мм. Тср=5,3°C</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Березово-липовые с осиной неморальнотравные леса 2. Липовые леса с березой и осиной неморальнотравные 3. Широколиственно-еловые бореально-неморальнотравные леса



Тип почв:

Дерново-подзол иллювиально-железистый песчаный на флювиогляциальных песках по Классификация почв., 2004
Podzols Albic по WRB, 2015

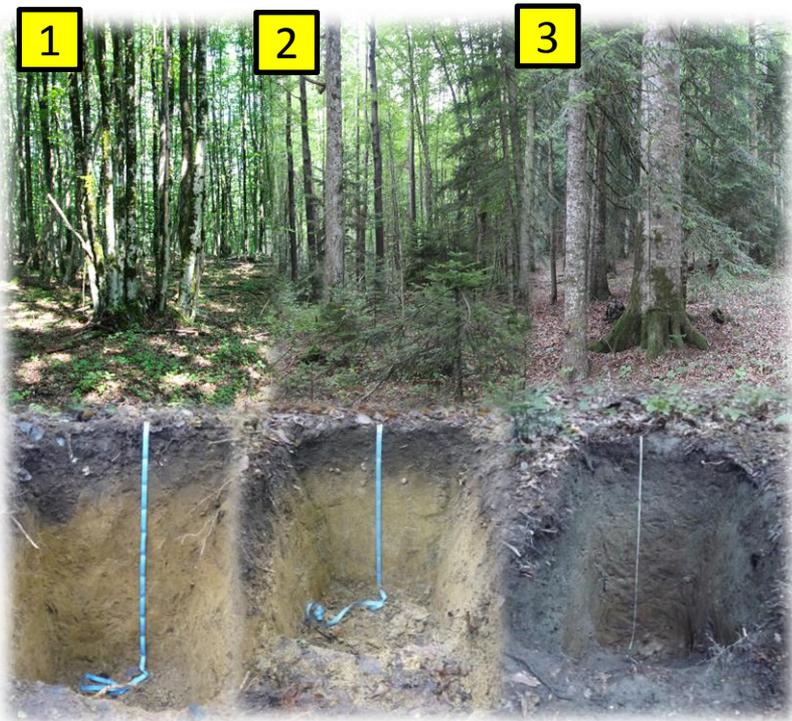


Тип почв:

Дерново-подзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках подстилаемых мореной по Классификация почв., 2004
Retisols Albic по WRB, 2015

Объекты исследования:

Объект	Тип леса
Северо-Западный Кавказ Ос=1975 мм. Тср=10,3°C	1. Осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные 2. Буко-пихто-грабовые мелкотравные 3. Пихто-буковые метвопокровные сообщества



Тип почв:

Типичный бурозем тяжелосуглинистый на глинистых сланцах по Классификация почв., 2004
Cambisols Dystric по WRB, 2015

Методы исследования: определение запасов углерода



*Отбор монолита
подстилки для
определения ее веса*

- В 2016 г. в каждом типе леса заложено по 3 постоянных пробных площади размером 0.25 га, всего 27 пробных площадей. На каждой пробной площади закладывался опорный разрез и в трехкратной повторности с помощью почвенного бура отбирались образцы из почвенных горизонтов в узлах регулярной сети.
- В 2019 г. в каждом типе леса выделено от 1 до 3 доминирующих элемента мозаики, в которых отобраны смешанные образцы почв.
- Для определения массы подстилки вырезался монолит подстилки размером 25X25 см
- Во всех образцах определяли содержание углерода, азота на CHN анализаторе (EA 1110 (CHNS-O)).
- Расчет запаса углерода в пуле подстилки проводят путем умножения абсолютного сухого веса пробы на среднее содержание углерода

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

Где,

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

Орг - содержание углерода в смешанном почвенном образце, %

Н - глубина отбора проб почвы, см

р - объемная масса почвы, г см-3;

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 01.07.2020).

Методы исследования: определение качества опада и характеристика растительности

Параметр	Метод анализа	Ед. измерения
pH водной вытяжки	Потенциометрия	
Обменная кислотность	В вытяжке 1N KCl (pH=7.0) титрованием до pH 7.8	Смоль(+)/кг
Общий азот	Газовая хроматография. Методика измерений № 88-17641-004-2016 (ФР.1.31.2016.23502)	%
Орг. углерод		
Доступные катионы Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, Na⁺	В вытяжке 1M CH ₃ COONH ₄ (pH = 4,65) методом атомно-абсорбционной спектрометрии (AAAnalyst 800 spectrometer)	Смоль(+)/кг
Содержание лигнина, целлюлозы, ADF	Обработка пробы 72%-ной серной кислотой, после предварительного кипячения в растворе ЦТАБ (10 грамм цетилтриметиламмония бромида в 1 л 0.5M H ₂ SO ₄).	Смоль(+)/кг

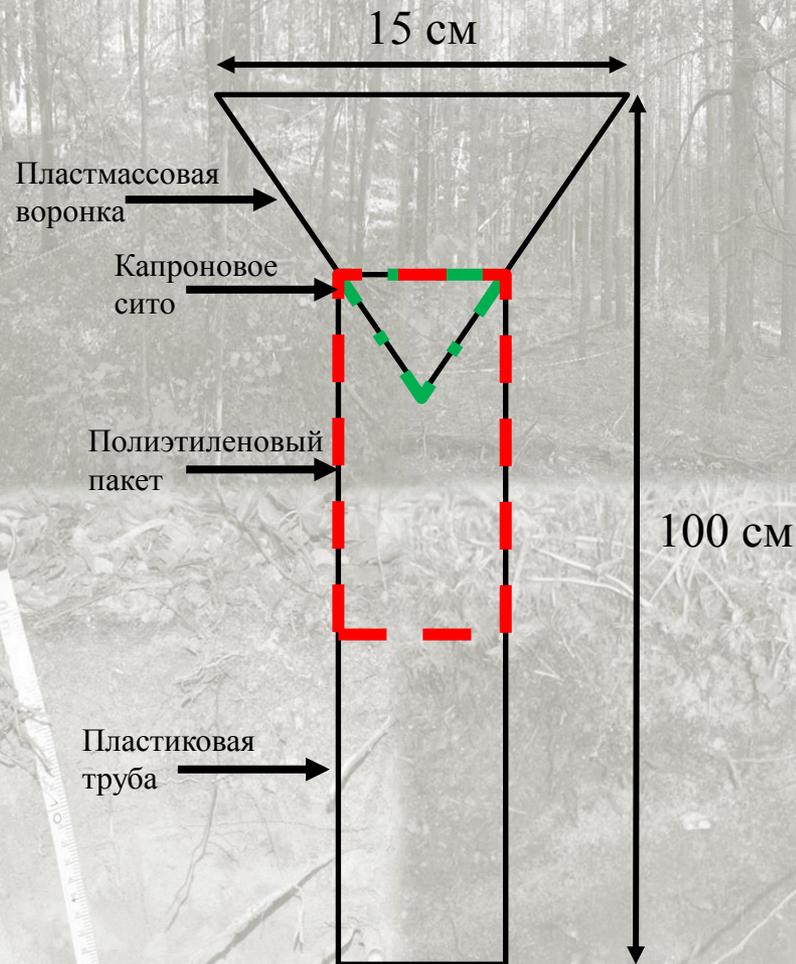
- Для характеристики растительности на пробных площадях проведен комплекс сопряженных геоботанических, лесотаксационных и морфометрических работ.
- В 2016 г. в каждом типе леса на постоянных пробных площадях выполнено по 11 геоботанических описаний размером 0.04 га и по 3 лесотаксационных (0.25 га)
- В 2019 г. в каждом типе леса в доминирующих элементах мозаики на площадках 5x5 м выполнены геоботанические описания, оценка морфометрических характеристик деревьев



Методы исследования: оценка поступления и выноса углерода

Параметр	Оборудование
pH	pH-метр (pH-200)
Общий углерод	TOC-VCPN total carbon / nitrogen analyzer
Общий азот	

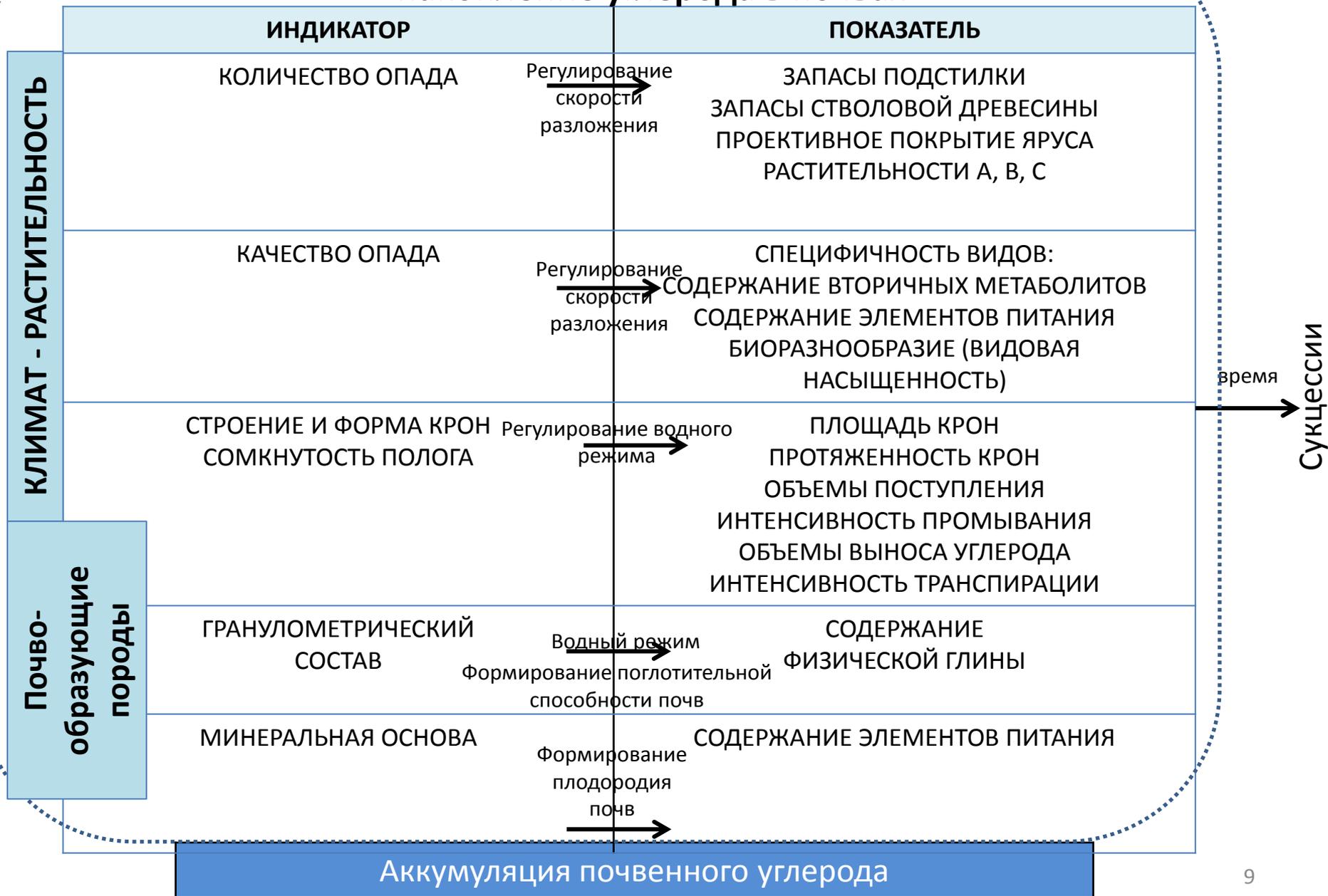
Устройство осадкоприемника:



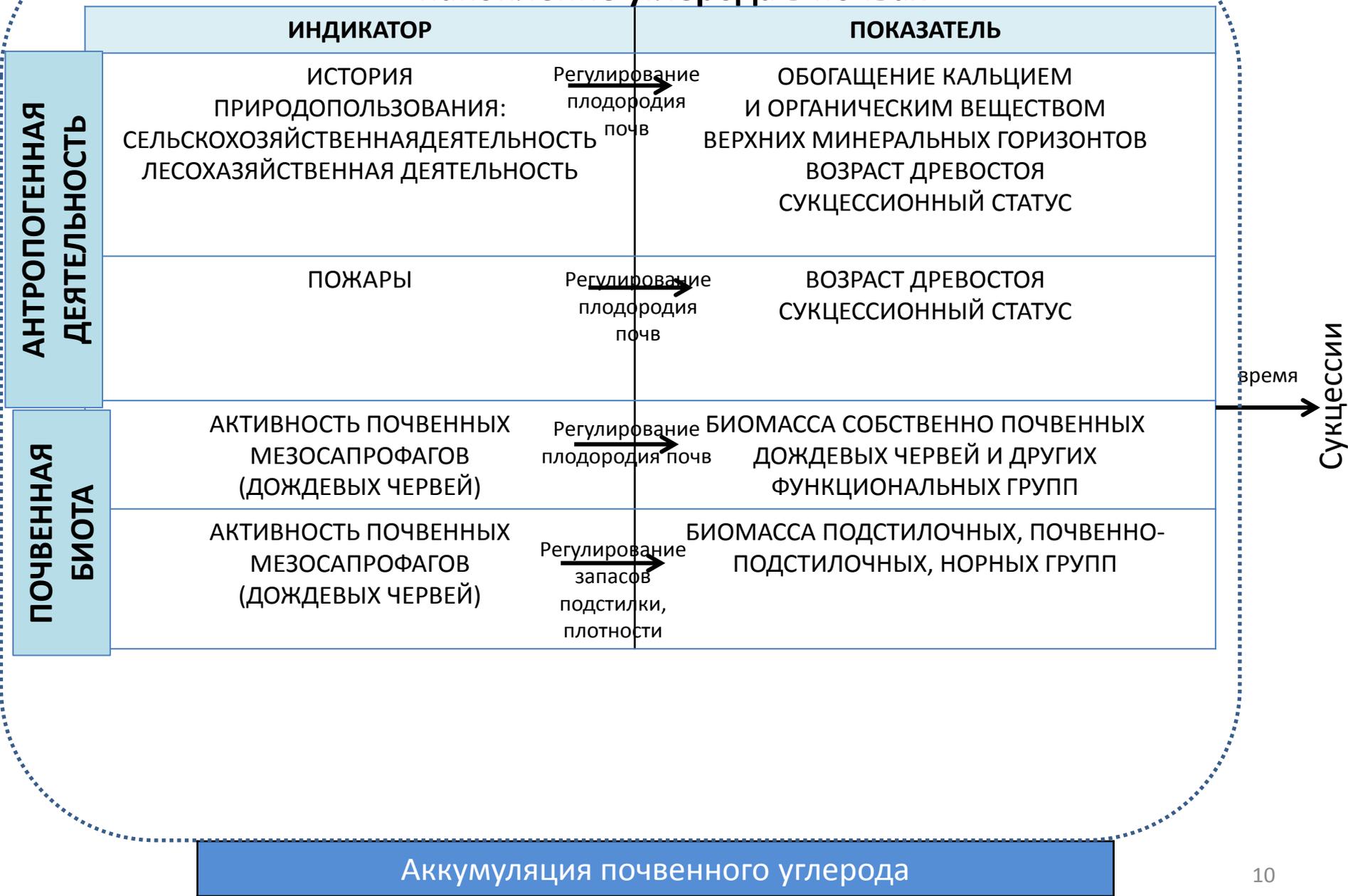
Всего установлено 66 лизиметра:
36 на пп Брянского полесья
30 на пп Москворецко-Окской равнины

Всего установлено 66 осадкоприемников:
36 на пп Брянского полесья
30 на пп Москворецко-Окской равнины

Идентификация основных факторов и механизмов, обуславливающих накопление углерода в почвах



Идентификация основных факторов и механизмов, обуславливающих накопление углерода в почвах



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка запасов углерода в подстилках и слое 0-30 см в разных типах леса и элементах мозаики (на примере лесов Северо-Западного Кавказа)

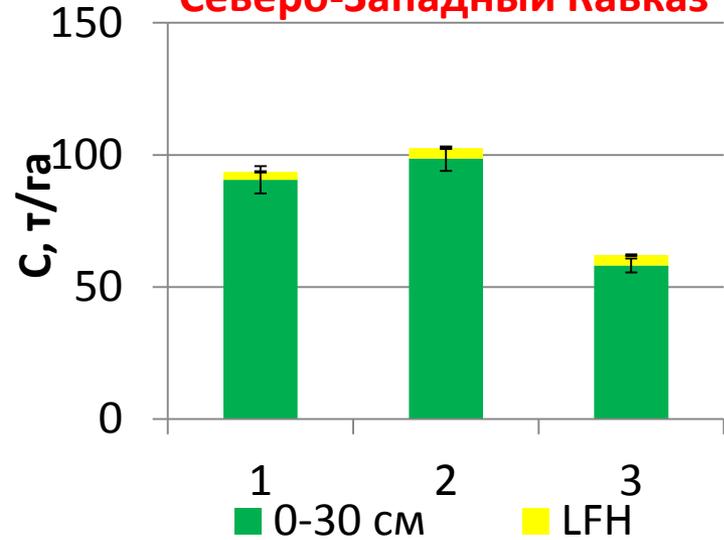
ФАКТОРЫ:

1. Качество опада доминирующих древесных растений
2. Качество опада доминантов яр.С
3. Форма и строение крон

МЕХАНИЗМЫ:

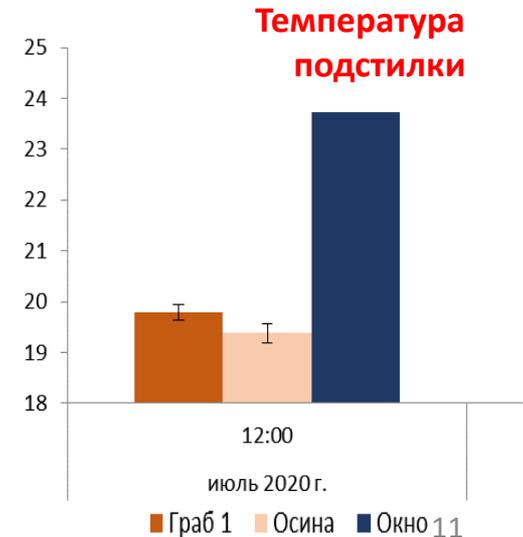
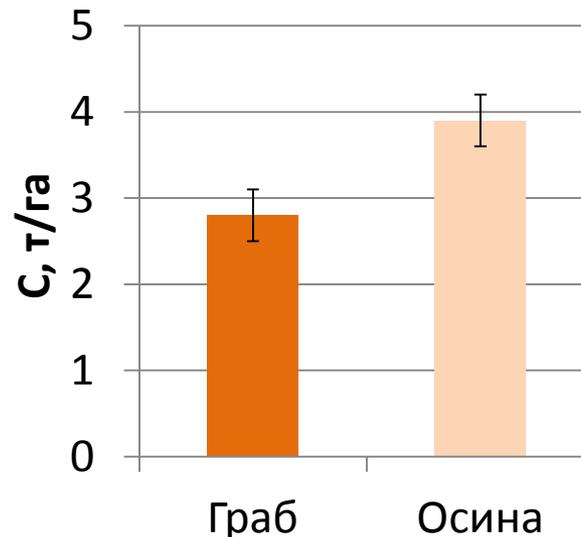
1. Высокое содержание полифенолов обуславливает низкую скорость разложения опада
2. Низкая температура, связанная с более сформированной кроной осины (более высокая площадь, низкая сквозистость), регулирует скорость разложения

Северо-Западный Кавказ



■ 0-30 см ■ LFH

- 1 – осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные
2 – буково-пихтово-грабовые мелкотравные
3 – пихтово-буковые мертвопокровные



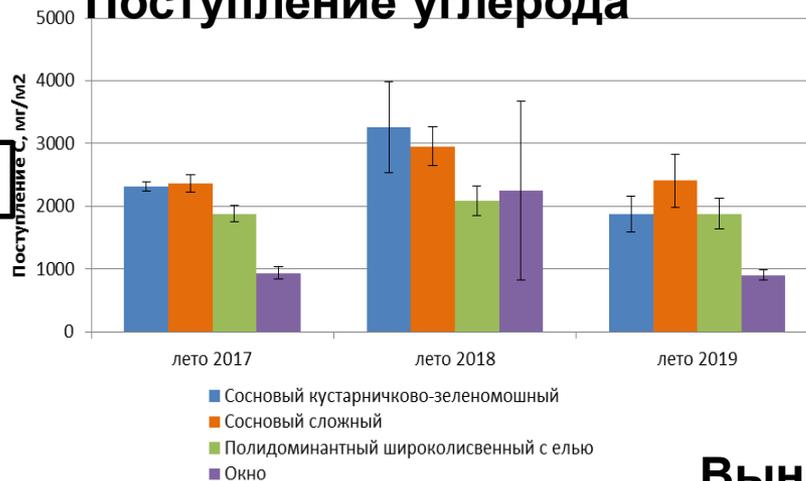
РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка поступления и выноса углерода в разных типах леса и элементах мозаики на примере лесов Брянского полесья

Сосняк кустарничково-зеленомошный

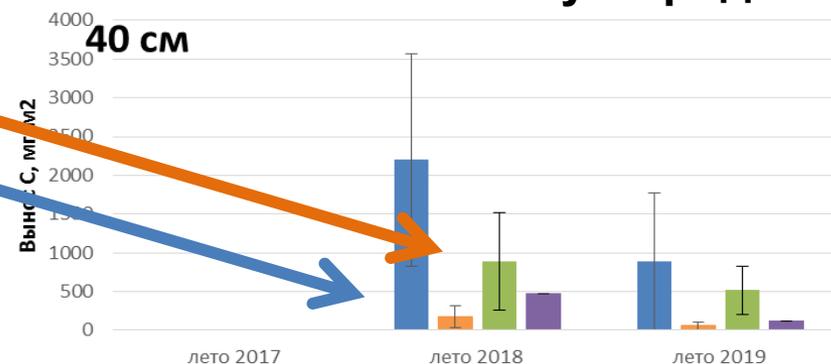
Сосняк сложный



Поступление углерода



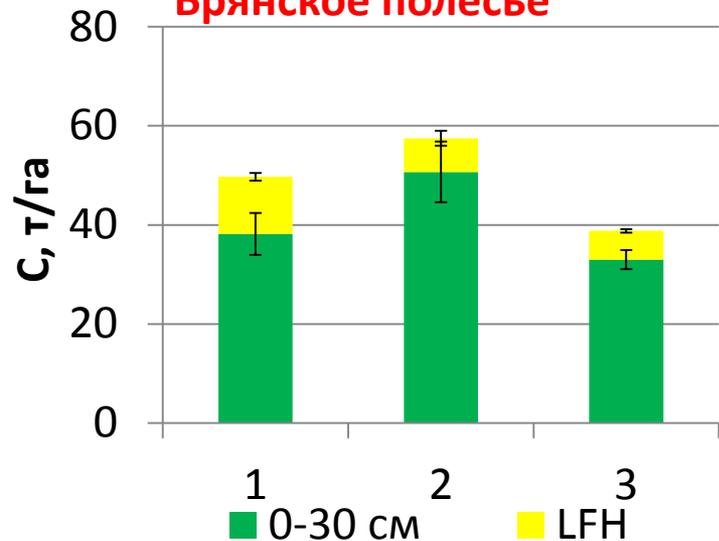
Вынос углерода



Элемент мозаики	Объемы выпадений, мм	Объемы выноса, мм
Ель	32.7	20.2
Клен	143.4	26.5
Дуб	79.8	22.1

РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка запасов углерода в подстилке и слое 0-30 см в разных типах леса и элементах мозаики (на примере лесов Брянского полесья)

Брянское полесье



- 1 – сосняк кустарничково-зеленомошный
2 – сосняк сложный
3 – полидоминантный широколиственный лес с елью

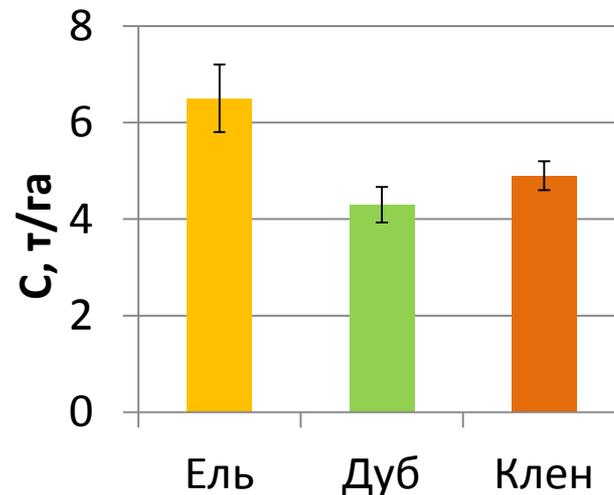


ФАКТОРЫ:

1. Качество и количество опада доминирующих древесных растений
2. Качество опада доминантов яр.С и яр.В
3. Форма и строение крон

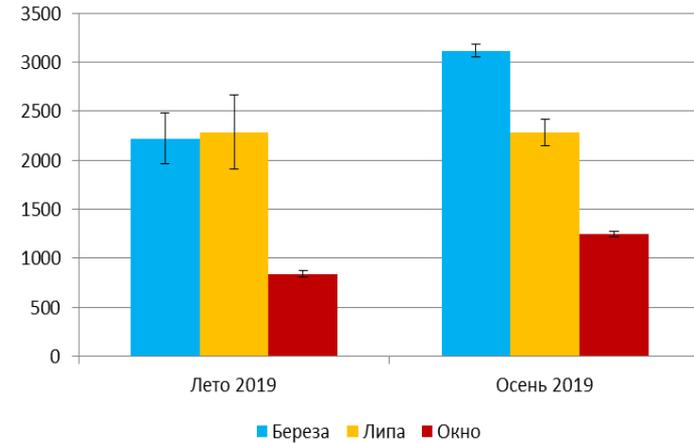
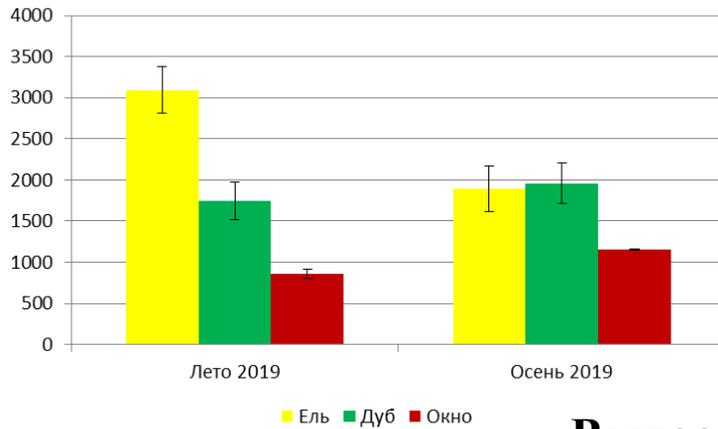
МЕХАНИЗМЫ:

1. Высокая кислотность, низкое содержание Са, Mg, К, широкое отношение C/N и лигнин/N обуславливает низкую скорость разложения опада в сосновых лесах
2. Интенсивность промывания почвенного профиля, зависит от сомкнутости, строения и формы крон. Часть углерода может выноситься.

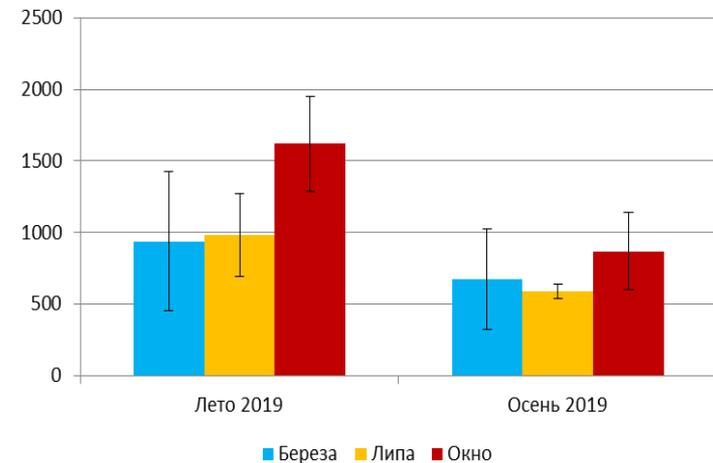
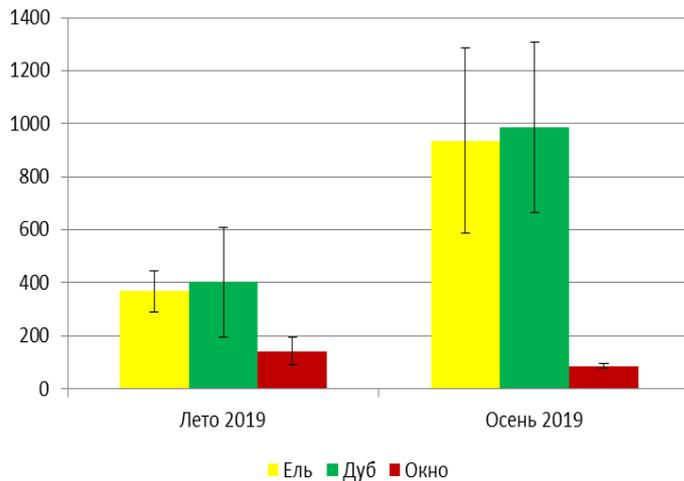


РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка поступления и выноса углерода в разных элементах мозаики на примере лесов Москворецко-Окской равнины

Поступление углерода (мг/м²)

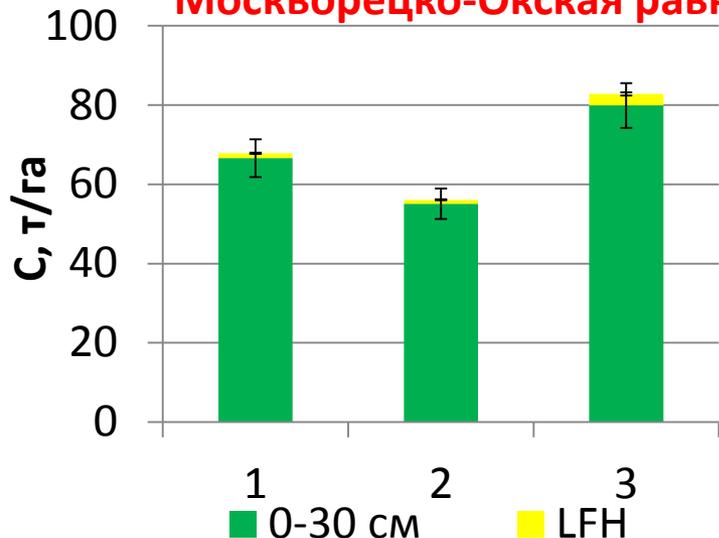


Вынос углерода (мг/м²)



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка запасов углерода в подстилках и слое 0-30 см в разных типах леса и элементах мозаики (на примере лесов Москворецко-Окской равнины)

Москворецко-Окская равнина



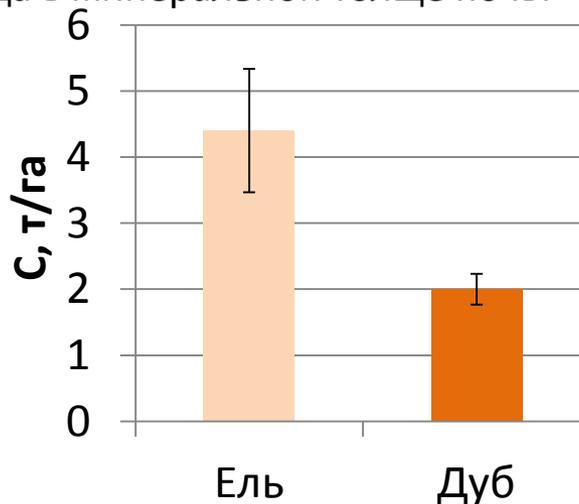
- 1 – липово-березовые неморальнотравные
- 2 – липовые неморальнотравные
- 3 – дубово-еловые бореально-неморальнотравные

ФАКТОРЫ:

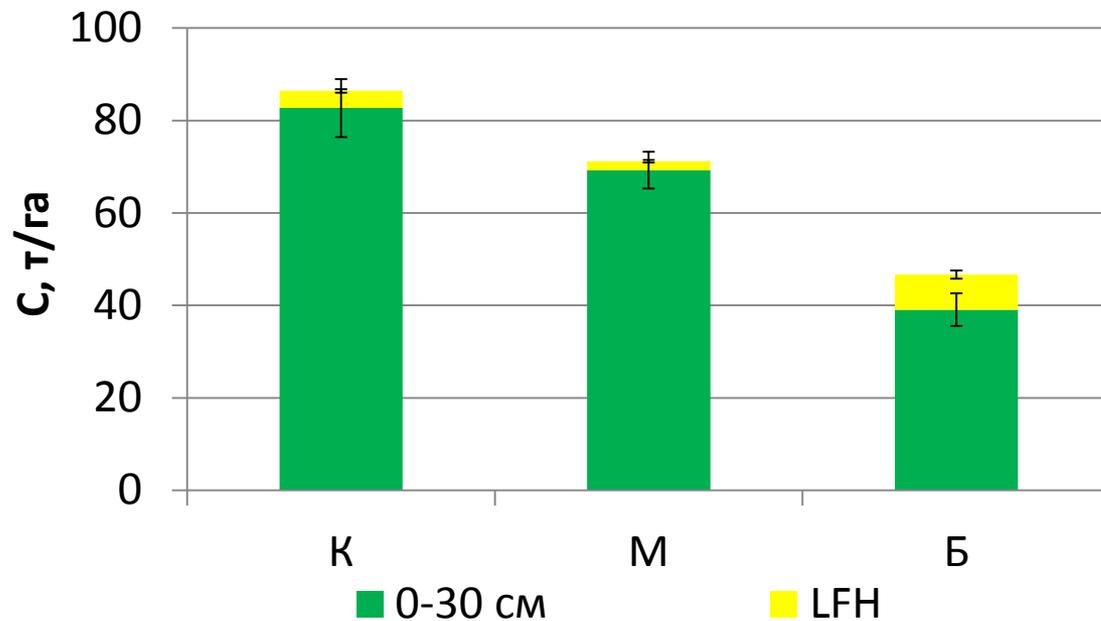
1. Качество опада доминирующих древесных растений
2. Форма и строение крон

МЕХАНИЗМЫ:

1. Низкое качество елового опада, для которого характерно широкое отношение лигнин/N способствует увеличению запасов подстилки
2. При более высоком содержании углерода в атмосферных выпадениях в еловых элементах мозаики обнаружена низкая интенсивность выноса углерода благодаря небольшому количеству почвенных вод, что способствует накоплению углерода в минеральной толще почв.



РЕЗУЛЬТАТЫ: Оценка запасов углерода в подстилках и слое 0-30 см разных регионов



К – Северо-Западный Кавказ
М – Москворецко-Окская равнина
Б – Брянское полесье

Выводы

1. Наименьшие запасы почвенного углерода обнаружены в лесах Брянского Полесья, формирующихся на песчаных почвообразующих породах, наибольшие – в лесах Северо-Западного Кавказа, формирующихся на тяжелых суглинках, тогда как леса Московского региона, развивающиеся на средних суглинках, занимают промежуточное положение.
2. Межбиогеоценотическая вариация запасов углерода на объектах исследований выражена значительно больше, чем внутрибиогеоценотическая, учет последней необходим для достоверной оценки запасов почвенного углерода в каждом типе леса. В каждом типе леса самые значительные внутрибиогеоценотические различия запасов углерода выражены между лиственными и хвойными элементами лесной мозаики (Москворецко-Окская равнина, Брянское полесье). Вариация запасов углерода в подстилке и слое 0-30 см может быть невысокой, если опад разных видов древесных растений разного качества смешивается при высокой сомкнутости смешанного древостоя.
3. Идентифицированы основные факторы регуляции объема осадков, проникающих сквозь лесной полог, размеров поступления с атмосферными осадками и выноса с почвенными водами растворенного органического углерода, связанные с растительностью в хвойно-широколиственных лесах, которые могут влиять на аккумуляцию углерода в почве. К этим факторам относятся, форма и строение крон, сомкнутость древесного полога.
4. Анализ влияния биогенных механизмов на запасы почвенного углерода показал, что наиболее выраженное влияние растительность оказывает через формирование опада разного качества (отношение C/N и лигнин/N, а также насыщенность основаниями) и, в случае древесных растений, через формирование крон разной протяженности, площади и сквозистости и формирование древесного полога разной сомкнутости.

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 Всероссий. (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 // Матерьялы V Міжнародної наукової конференції. Мінск - Белажевская пушча, 8 - 12 кастрычніка 2018 г. Мінск: «Колорград». 2018.С. 58-59.

Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Смирнов В.Э., Данилова М.А., Тебенькова Д.Н. ФАКТОРЫ НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ НА ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ НА ЗАПАДЕ РОССИИ // Материалы Четвертой открытой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева «Почвоведение: Горизонты будущего», г. Москва, 11-14 февраля, 2020. с. 150-151

Кузнецова А.И., Ершов В.В., Лукина Н.В., Горнов А.В., Горнова М.В., Тебенькова Д.Н. Оценка выноса углерода с почвенными водами в сосновых лесах северотаежной и хвойно-широколиственной зоны. IV Всероссийской научной конференции с международным участием «Научные основы устойчивого управления лесами» (Россия, г. Москва, 27-30 октября 2020 г.) (устный доклад)

СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ – 4

Казакова А.И. (Кузнецова А.И.), Семиколенных А.А., Горнов А.В., Горнова М.В., Лукина Н.В. Влияние растительности на лабильные характеристики лесных почв зандровых местностей заповедника «Брянский лес» // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2018. № 3. с. 9–15. DOI: 10.3103/S0147687418030055

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 с. 803-816 DOI: 10.1134/S0032180X19070086

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. С. 1-14 DOI: 10.1134/S0024114819030082

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. №8. с. 1–12 DOI: 10.31857/S0032180X20080109

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.

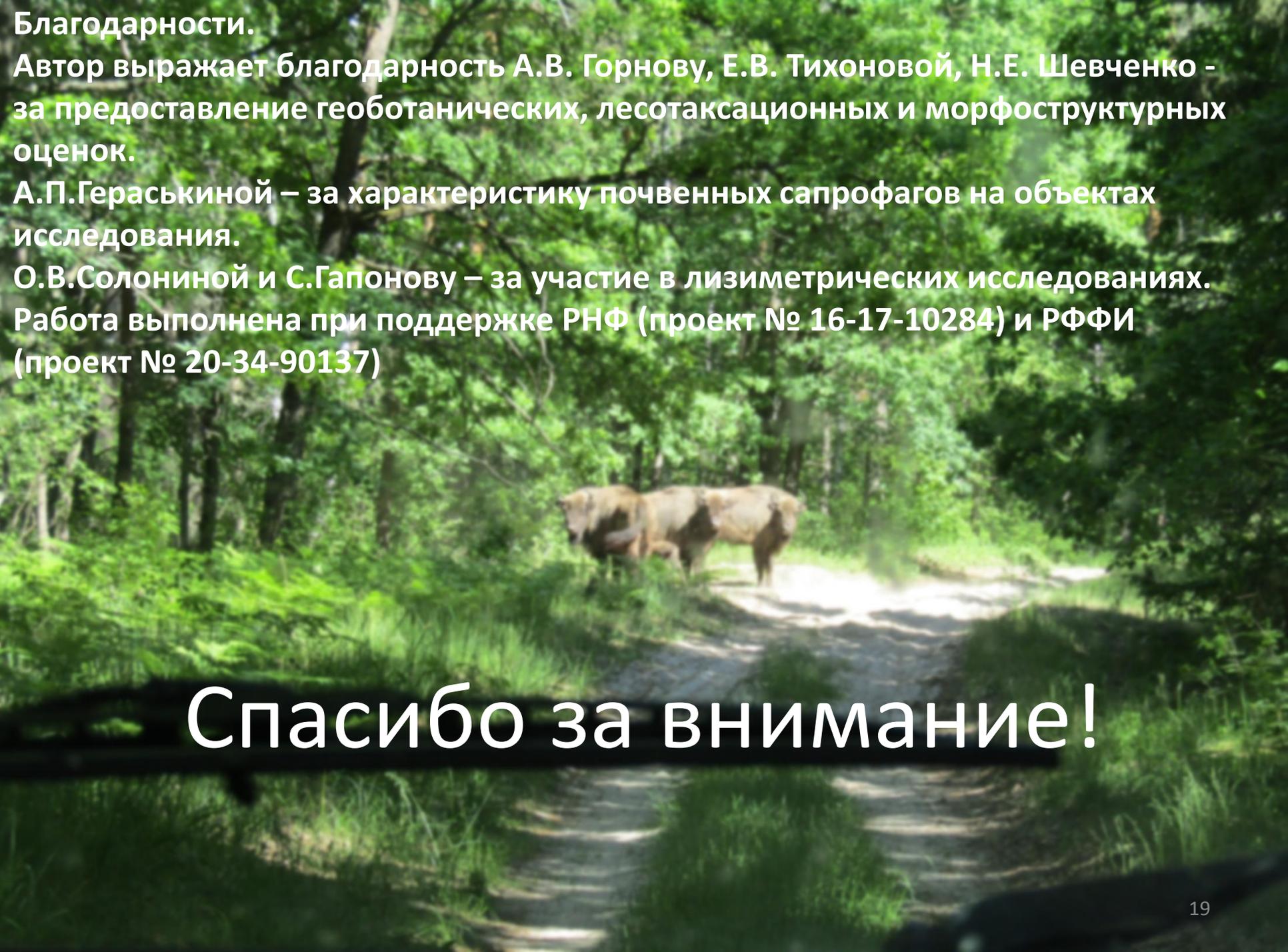
Оценка запасов углерода в почвах таежных лесов / Лукина Н.В., Данилова (Орлова) М.А., Тихонова Е.В., Бахмет О.Н., Крышень А.М., Смирнов В.Э., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Князева С.В., Шашков М.П.// Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. Под редакцией Н.В. Лукиной 18 Москва, 2018. С. 122-139.

Благодарности.

Автор выражает благодарность А.В. Горнову, Е.В. Тихоновой, Н.Е. Шевченко - за предоставление геоботанических, лесотаксационных и морфоструктурных оценок.

А.П.Гераськиной – за характеристику почвенных сапрофагов на объектах исследования.

О.В.Солониной и С.Гапонову – за участие в лизиметрических исследованиях. Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 16-17-10284) и РФФИ (проект № 20-34-90137)



Спасибо за внимание!