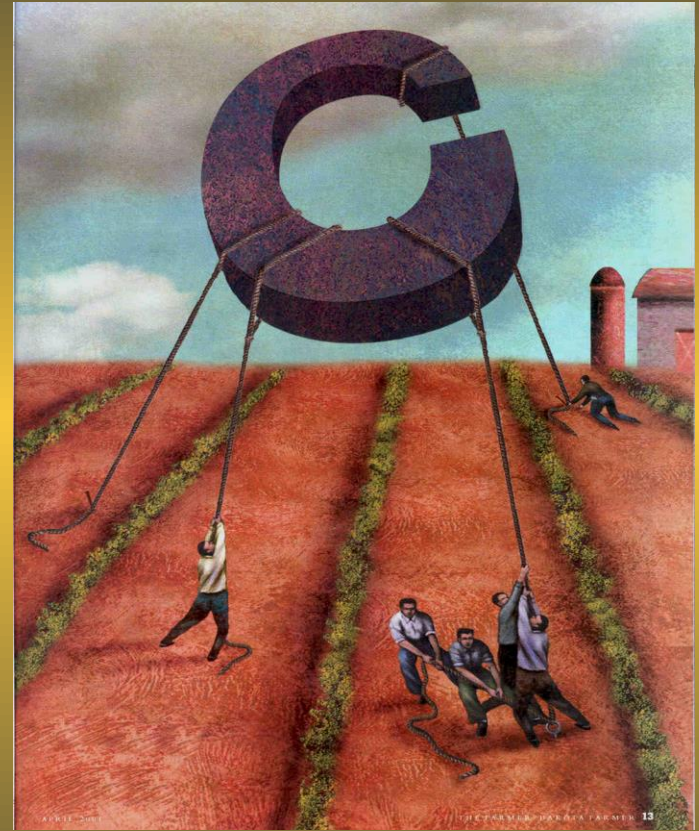


Оценка пространственного
и временного
варьирования при
мониторинге парниковых
газов и использование
имитационного
моделирования для
региональных и
локальных адаптационных
решений



Романенков В.А.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова

Тема НИР МГУ

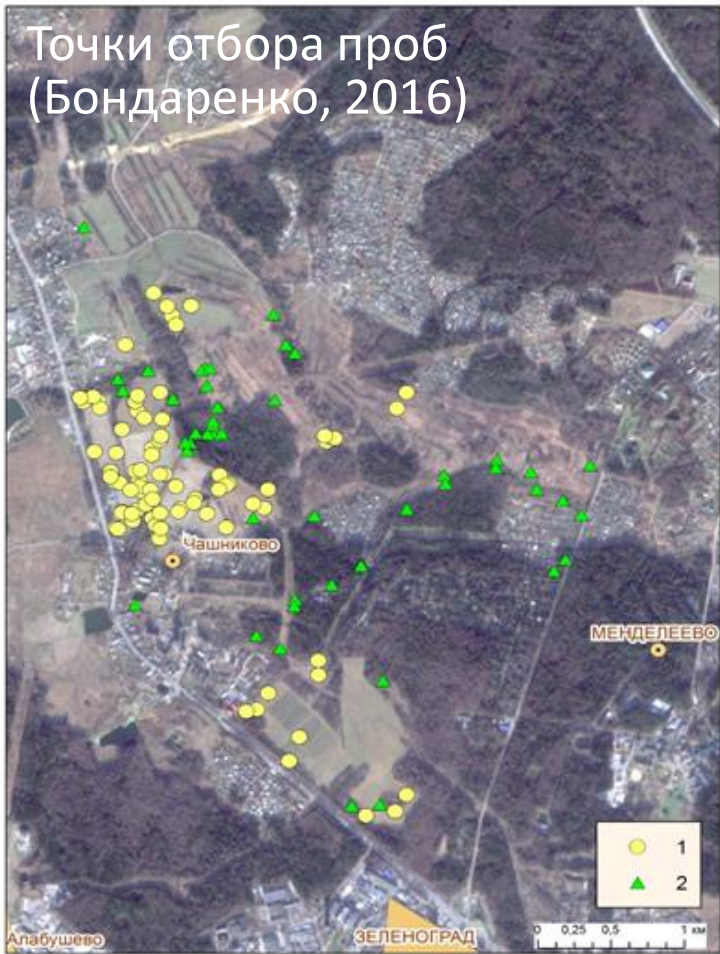
1. Оценка запасов и потенциала продуцирования климатически активных газов на лесных и аграрных участках карбонового полигона «Чашниково» (Московская область).
2. Оценка запасов углерода в почвах, поступления соединений углерода и их выноса с почвенными водами в хвойно-широколиственных лесах Московской области на модельных объектах.
3. Оценка интенсивности потоков климатически активных газов в тайге западной Сибири на временных площадках наблюдений (ЯНАО).
4. Результаты моделирования динамики почвенного углерода на участках долговременных агрохимических опытов (Ростовская, Московская, Владимирская и Воронежская области).
5. Обзорная карта потенциала поглощения углерода сельскохозяйственными почвами Российской Федерации.



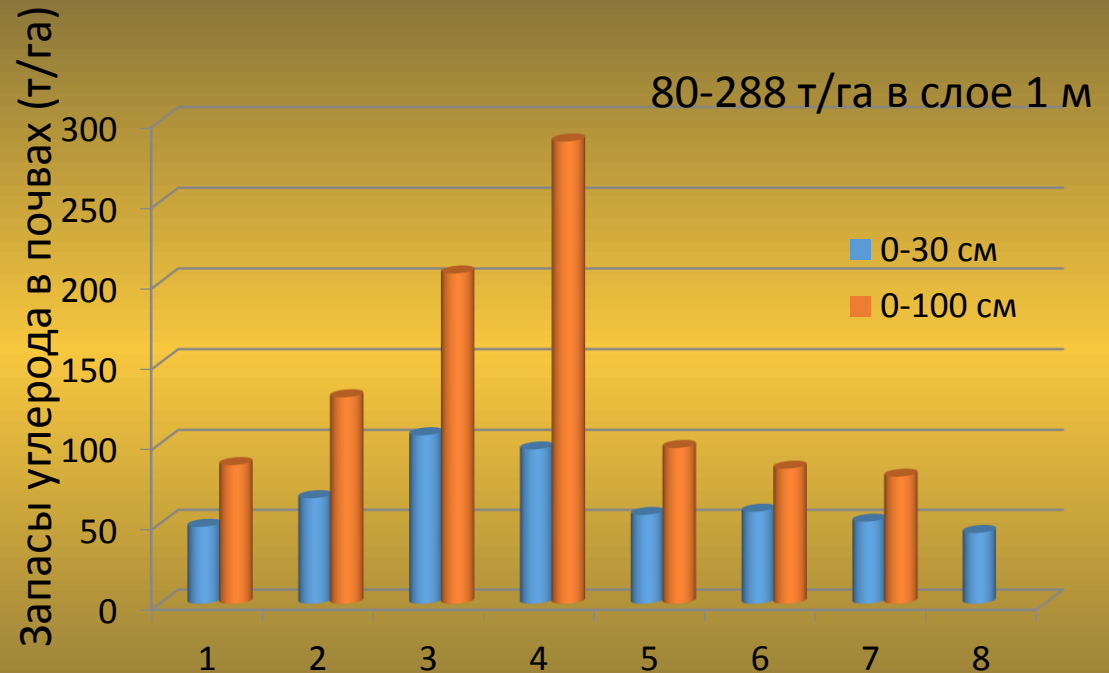
1. Оценка запасов углерода и потенциала продуцирования климатически активных газов на лесных и аграрных участках УОПЭЦ МГУ «Чашниково»



Точки отбора проб
(Бондаренко, 2016)



Площадь карбонового полигона
605,9 га
Объем выборки для определения запасов
углерода в слое 0-30 см -192,
в слое 0-100 см -18.



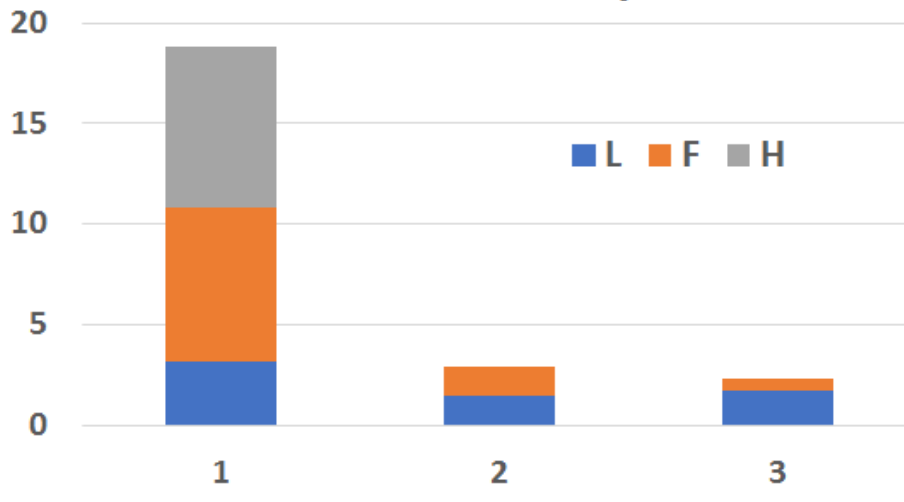
- 1 – Дерново-подзолистые,
- 2 – Дерново-подзолистые глееватые,
- 3 – Аллювиальные серогумусовые,
- 4 – Аллювиальные глеевые,
- 5 – Агродерново-подзолистые,
- 6 – Агродерново-подзолистые,
- 7 – Агродерново-подзолистые глееватые,
- 8 – Агрогумусовые аллювиальные.

В естественных экосистемах на запасы углерода влияют геоморфологический и литологический факторы, в агроэкосистемах – дополнительно история землепользования и агротехнические мероприятия.

От незначительного накопления (в виде травяных деструктивных подстилок) на лугах до весьма интенсивного (в виде ферментативных и гумифицированных подстилок) в типичных еловых лесах на слабо и умеренно дренированных склонах.

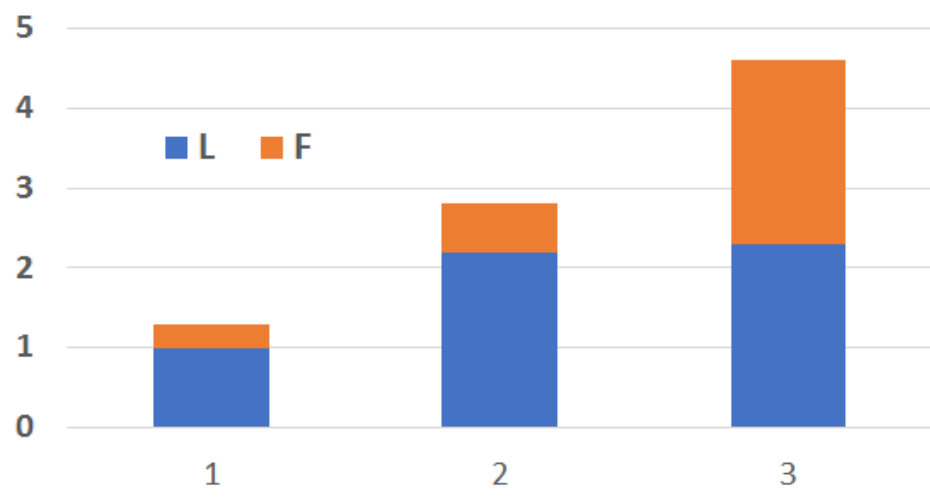
Запасы углерода подстилок в лесных биогеоценозах (т С/га)

Ельник кислочно-зеленчуковый

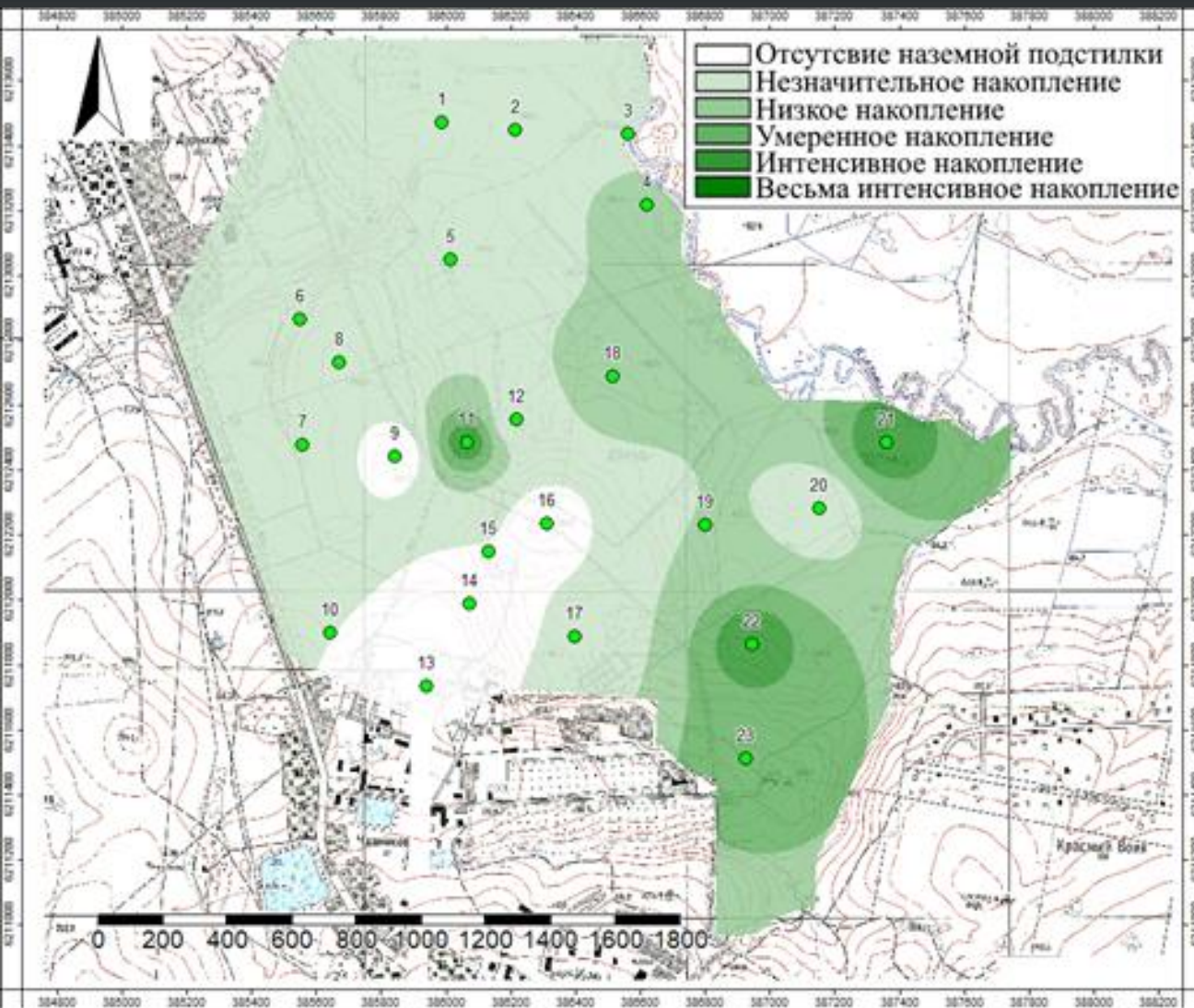


- 1 – приствольные пространства,
- 2 – подкروновые пространства,
- 3 – окна.

Мелколиственные леса



- 1 – березняк волосисто-осоковый,
- 2 – осинник волосисто-осоковый,
- 3 – березняк дернисто-щучковый



Структурные и функциональные показатели подстилок и прежде всего их типология служат индикаторами интенсивности биологического круговорота и позволяют определить каким потенциалом продуцирования CO_2 обладают подстилки.

Аккумуляция углерода в подстилках на территории УОПЭЦ «Чашниково»

Л.Г.Богатырев и В.М.Телеснина

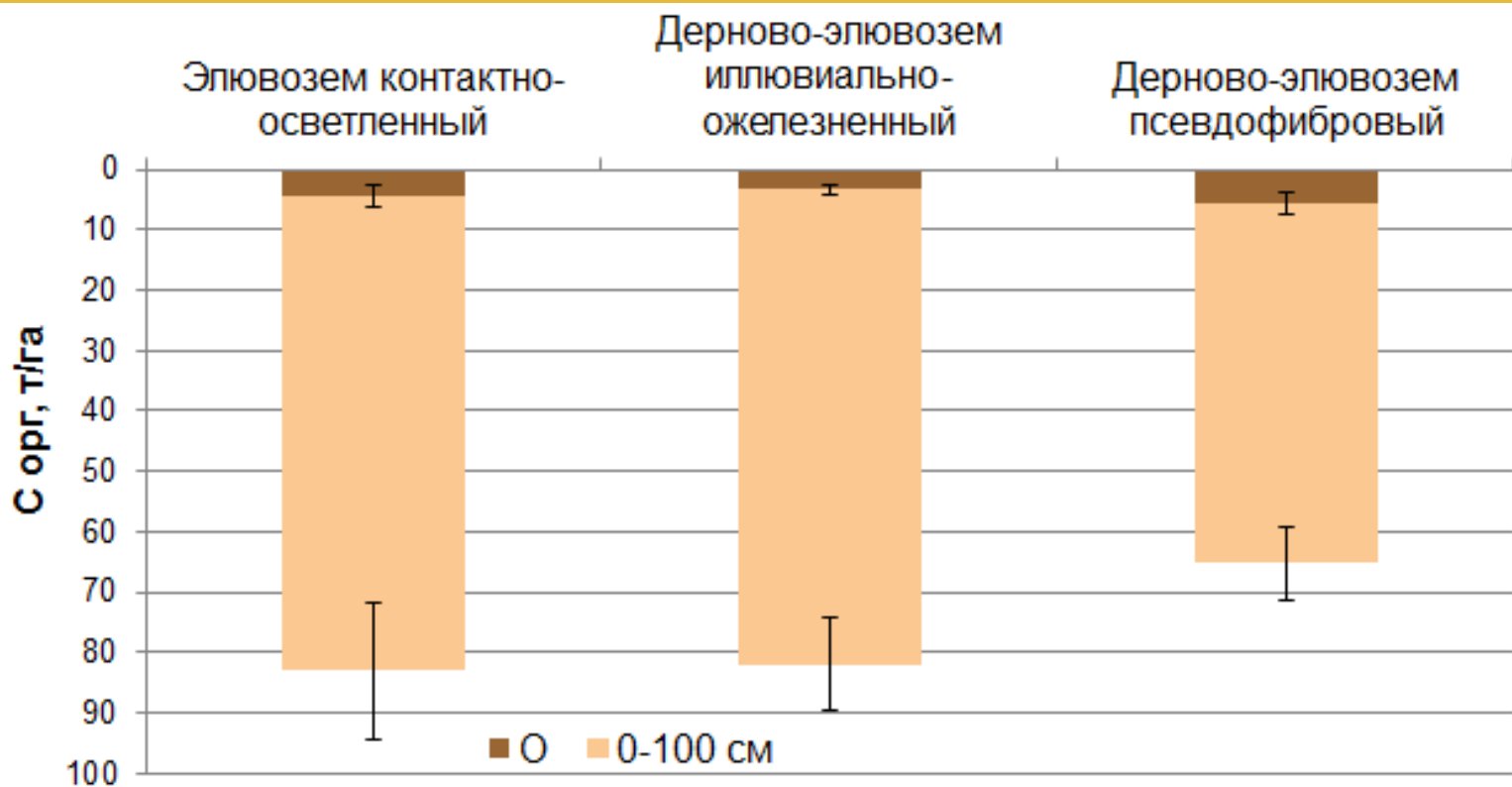
2. Оценка запасов углерода в почвах, поступления соединений углерода и их выноса с почвенными водами в лесных экосистемах зоны хвойно-широколиственных лесов на модельных объектах (ЗБС МГУ)

Комплексный интенсивный мониторинг был начат в 2007 г. в соответствии с рекомендациями международной программы биомониторинга лесов The International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests, <http://icp-forests.net>) Может быть использована как основа для разработки национальной программы мониторинга, концентрирующейся на С. С определяется во всех компонентах, но не является приоритетом.

(Г.Н. Копчик и др.)

Оценка запасов углерода в почвах лесных экосистем зоны хвойно-широколиственных лесов (ЗБС МГУ)

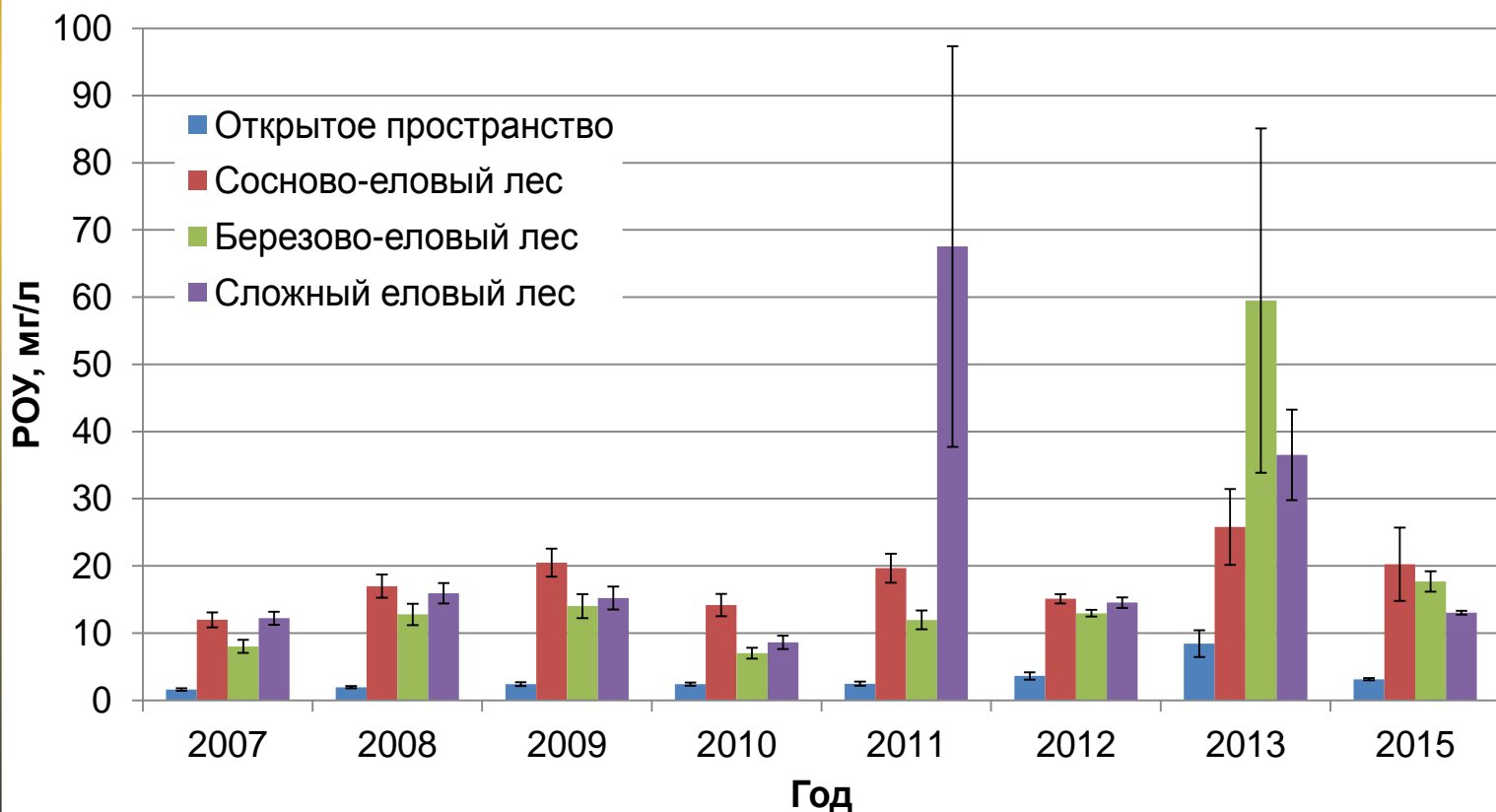
- Элювоземы и дерново-элювоземы на двучленных отложениях содержат в подстилке и 1 м минеральной толще в среднем 65-83 т/га органического углерода в зависимости от литологических особенностей и растительности.
- В подстилке сосредоточено 4-9% общих запасов углерода.



Оценка поступления соединений углерода с атмосферными выпадениями в лесных экосистемах



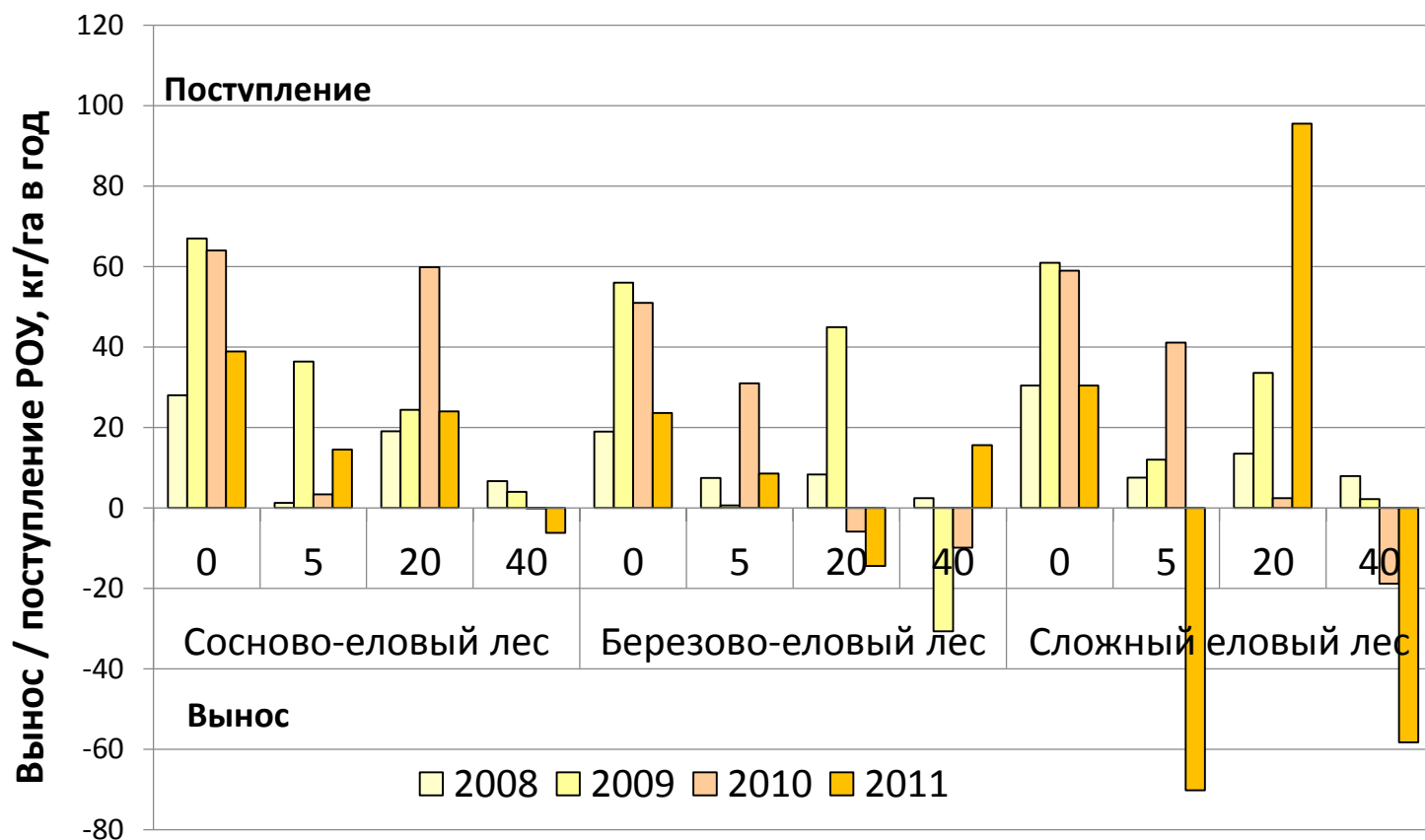
- Концентрации и поступление РОУ с атмосферными осадками (1.4 - 9.2 кг/га в год) и подкороновыми водами (21 - 68 кг/га/год) зависят от состава древостоя, его стабильности, степени повреждения под воздействием биогенных и абиогенных факторов.



Оценка поступления соединений углерода и их выноса с почвенными водами в лесных экосистемах

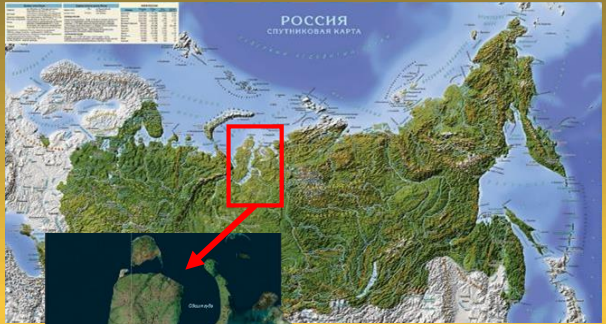


- Вынос РОУ из элювиальной толщи почв обычно не превышает его поступления с осадками.
- Несбалансированный вынос характерен для нарушенных экосистем (до 63 кг/га в год).

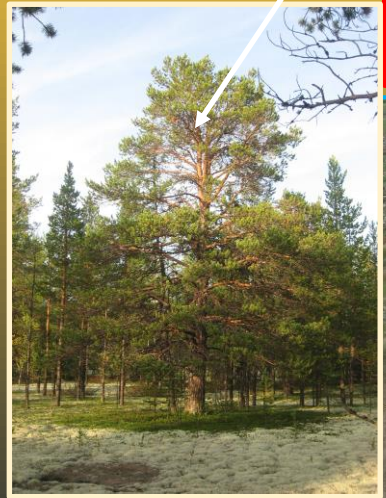


3. Оценка интенсивности потоков климатически активных газов в тайге Западной Сибири на временных площадках наблюдений (ЯНАО)

Север Западной Сибири, ЯНАО, Надымский район



- Северная тайга
- Прерывистая мерзлота



Сосняк лишайниковый – типичный лесной участок



(О.Ю. Гончарова, Г.В. Матышак)

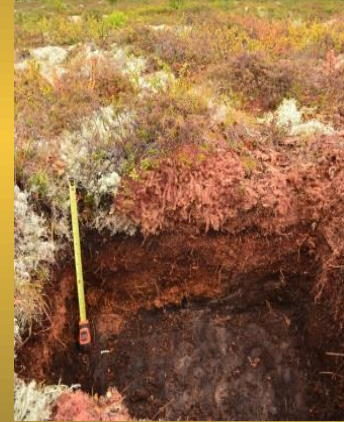
1. Потоки климатически активных газов в ЯНАО



Олиготрофные ложбины

Травяно - осоковый сфагновый покров. Торфяные олиготрофные почвы. **УБВ 10-20 см.**

Мерзлые породы глубже 200 см.



Плоскобугристый торфяник

Ерниково-багульниковый мохово-лишайниковый покров. Торфяно-криоземы, торфяные олиготрофные почвы. **Мерзлые породы на глубине 30-100 см.**

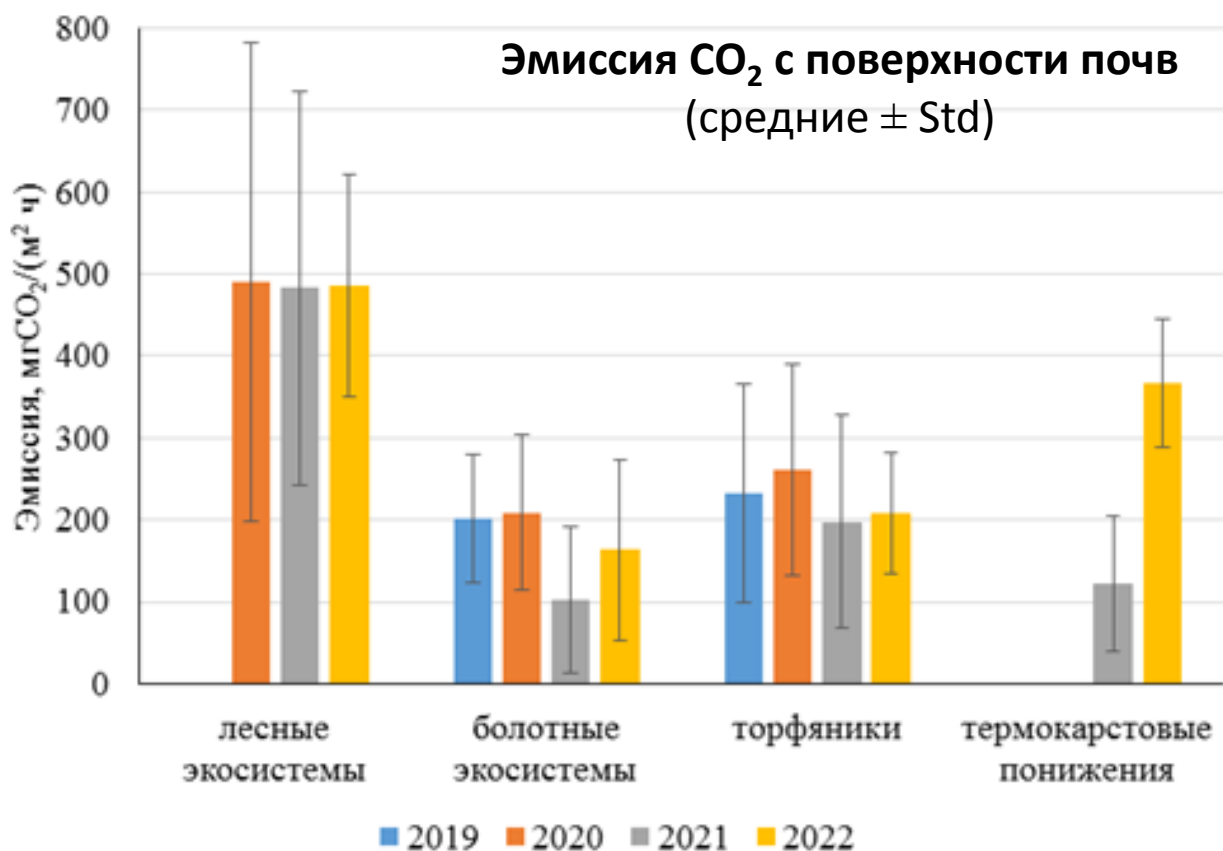


Лесной участок

Кочковато-западинный сосняк зеленомошный. Подзолы иллювиально-железистые, торфяно-подзолы. **Мерзлые породы отсутствуют.**

Оценка интенсивности потоков климатически активных газов в тайге Западной Сибири на временных площадках наблюдений (ЯНАО)

- Определяющий фактор скорости эмиссии парниковых газов из почв – **близость ММП**.
- Почвы лесных экосистем характеризуются небольшими запасами С, но их высокая теплообеспеченность, оптимальная влажность в связи с отсутствием ММП и большая биомасса обеспечивают интенсивную эмиссию CO_2 .



- Почвы бугристых торфяников с высокими запасами С в 20-40 см толще и крайне низкой теплообеспеченностью из-за близко залегающих ММП отличаются низкой эмиссией CO_2 .
- Болотные экосистемы обладают благоприятными термическими условиями и высоким потенциалом эмиссии ПГ: CO_2 и CH_4 .

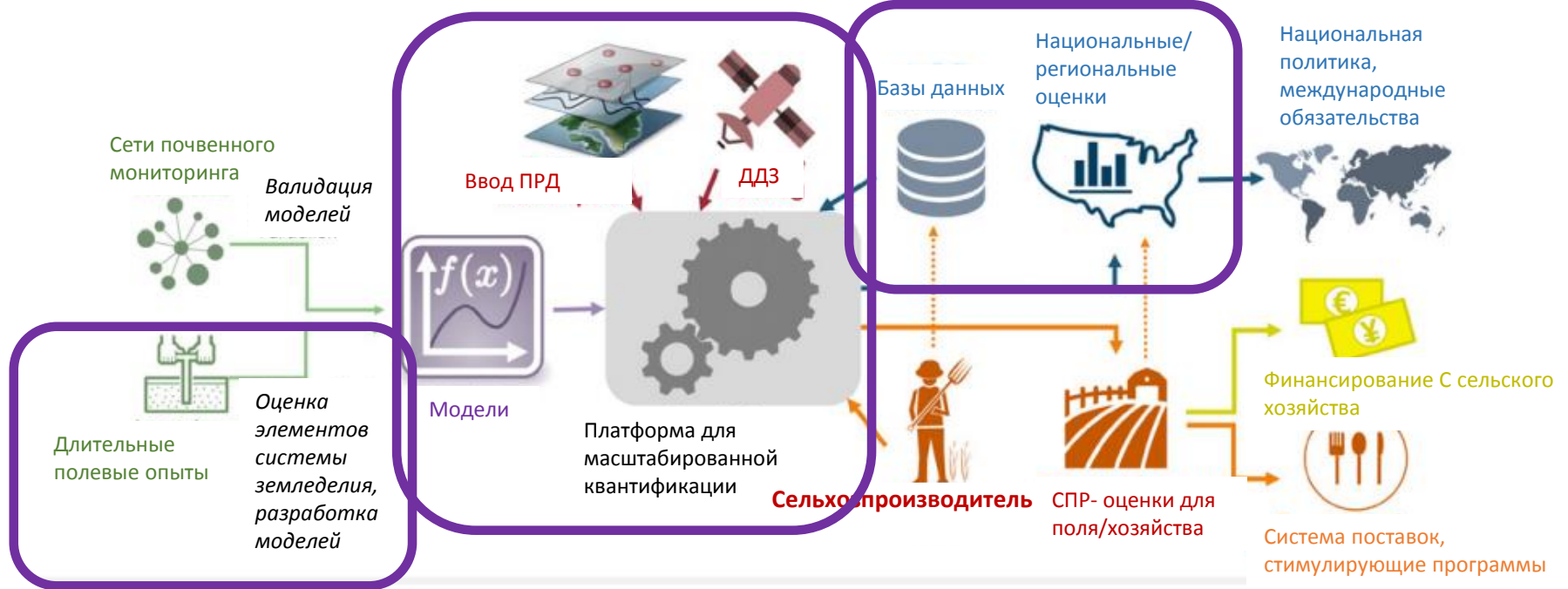


Решаемые задачи при наблюдении за климатически активными газами на временных мониторинговых площадках

1. Мониторинг эмиссии CO_2 с поверхности ключевых автоморфных (лесные экосистемы), полугидроморфных (мерзлые бугристые торфяники), гидроморфных (олиготрофное болото) и аквальных (озера, термокарстовые озера, реки) экосистемах в вегетационный период.
2. Оценка вклада отдельных экосистем в общую эмиссию диоксида углерода.
3. Роль факторов (температура и влажность почвы, сезонное протаивание, уровень болотных вод) в пространственной вариабельности и межгодовой изменчивости потоков
4. Оценка роли растворенного органического и неорганического углерода в перераспределении потоков углерода между наземными и аквальными экосистемами

Компоненты информационной системы для количественной оценки изменения запасов С от уровня поля до национального для поддержки мер по секвестрации С

Глобальная почвенная информационная система

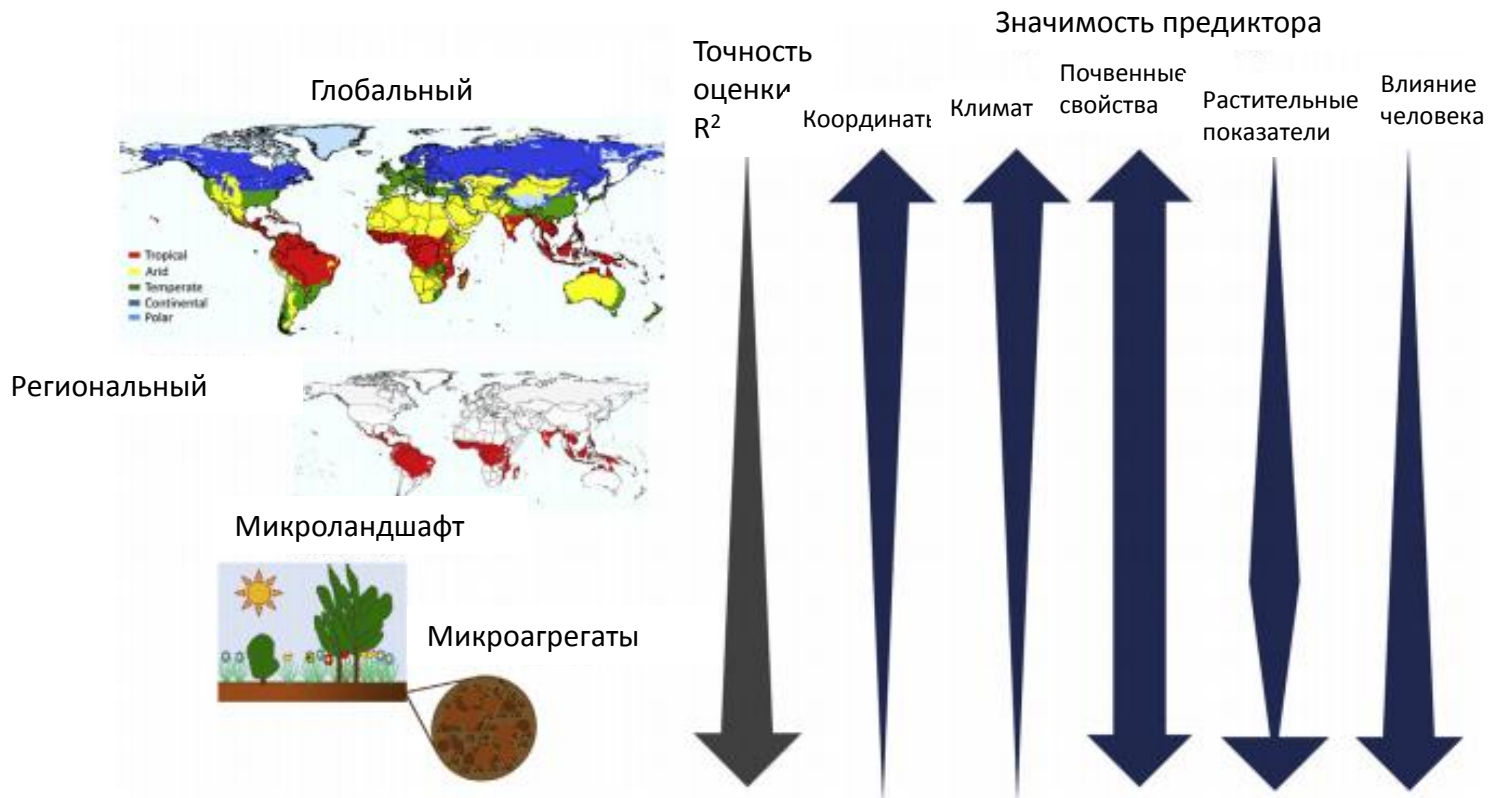


СПР- система принятия решений

Источник: Keith Paustian et al., 2019, Carbon Management, 10:6

Динамические модели, основанные на данных опытов и мониторинга, и ПРД о почве, климате и агротехнологиях – наземные и дистанционные обеспечивают точность и низкую стоимость данных по секвестрации углерода с количественной масштабируемой оценкой

Концептуальная схема влияния предикторов запасов почвенного С на разных уровнях рассмотрения



Источник: Soil Carbon Storage, 2018

4. Результаты моделирования динамики почвенного углерода на участках долговременных агрохимических опытов

6 электронных баз данных длительных полевых опытов с удобрениями Геосети: почвенный углерод, агрометеорология, урожайность культур, почвенные свойства, элементы агротехнологий
Мониторинг с 1933 г.

Верификация комплекса почвенных углеродных моделей **NAMSOM, DayCent, RothC** на основе ретроспективного моделирования наблюдаемой динамики почвенного углерода



Стабилизация

Эмиссия CO₂

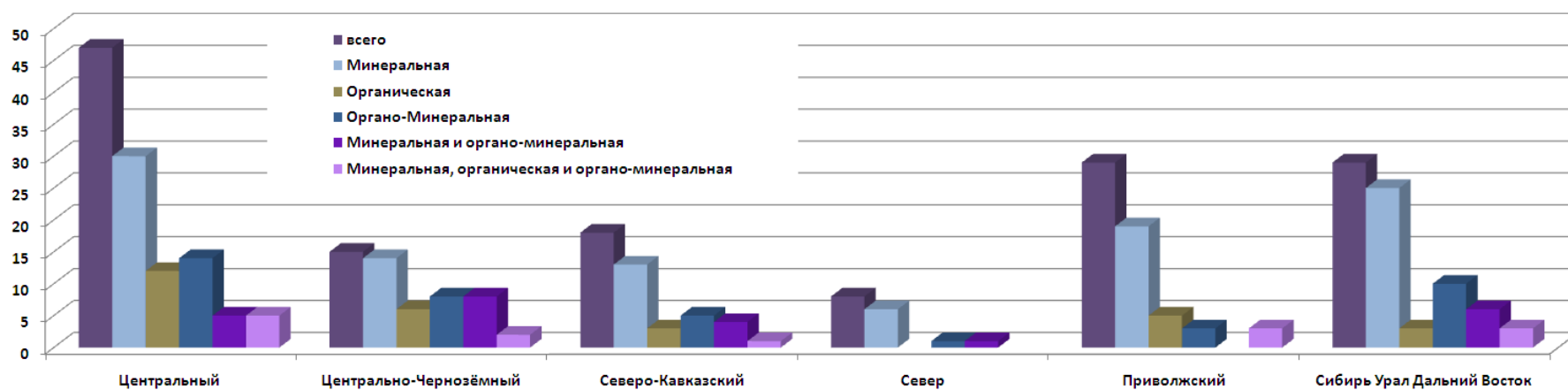
Минерализация



Потенциал депонирования органического углерода агроэкосистемами в условиях будущего климата при реализации сценариев эмиссии RCP4.5 и RCP8.5 до 2090 г.

Возможность управления секвестрацией: выбор адаптационных решений как смена элементов технологии или землепользования, достижимость цели 4 промилле, продолжительность накопления C, экономическое обоснование

Региональное распределение опытов по изучению систем удобрения в Геосети



Блок-схема рекомендаций по обеспечению секвестрации органического углерода в пахотных почвах с помощью моделирования



5. Обзорная карта потенциала поглощения углерода пахотными почвами РФ (Ю.л. Мешалкина и др.)

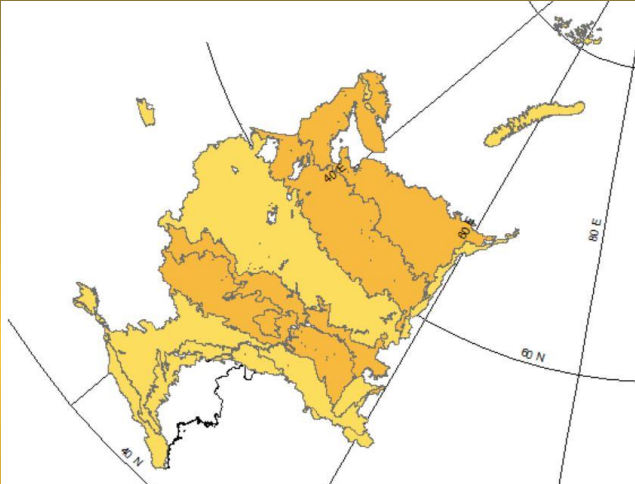


Глобальная карта потенциала секвестрации органического углерода почвами (GSOSeq) ФАО

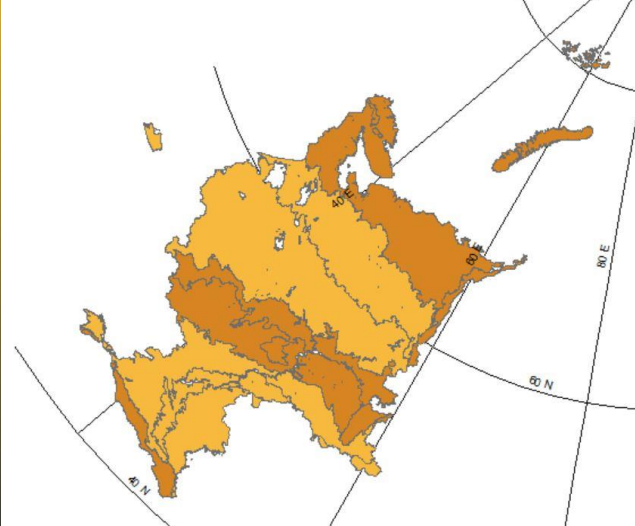
- ✓ Проект выполняется странами-участниками согласно унифицированной методологии
- ✓ Рассчитываются различные варианты секвестрации углерода согласно 4-м сценариям: без адаптации и 3 варианта применения углеродосберегающих практик
- ✓ Карта позволяет определить ключевые районы, обладающие максимальным потенциалом для секвестрации углерода в почвах
- ✓ Карта может служить основой для принятия решений на государственном и региональном уровнях

Средняя скорость секвестрации почвенного углерода (тС га/год) по почвенно-экологическим зонам при сохранении неизменного землепользования (НЗ) и при трех сценариях, где предполагается увеличение поступающего в почву органического вещества на 5, 10 и 20%

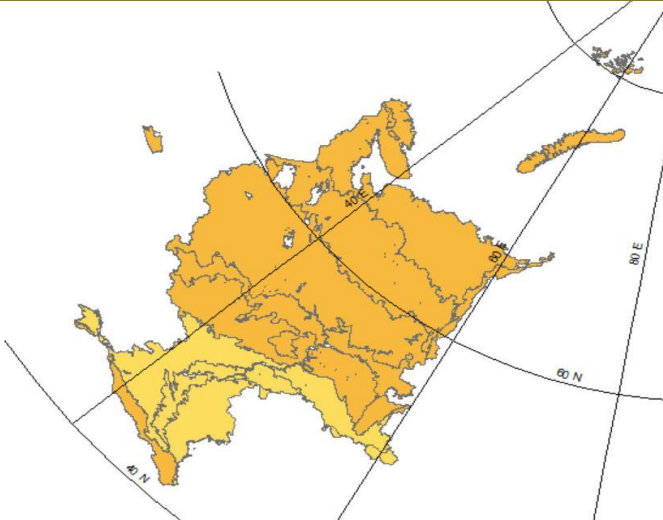
НЗ



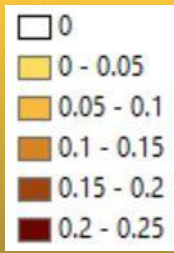
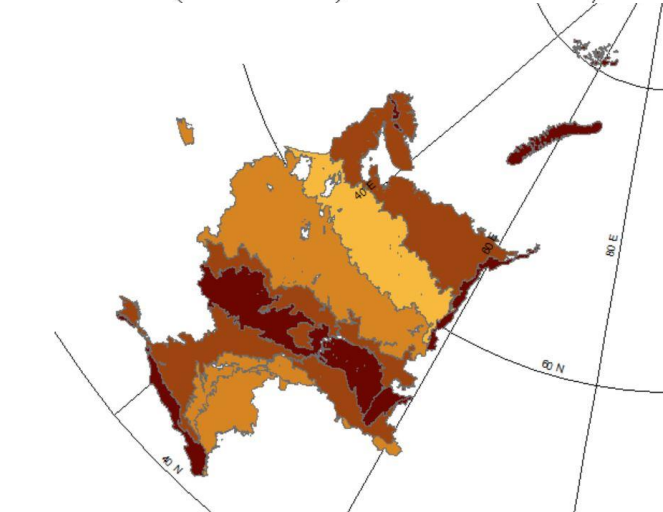
10%



5%



20%



- ✓ При стратегии неизменного хозяйствования невозможно достичь показателя 4 промилле, обеспечивается накопление примерно 3-5% запасов почвенного углерода средне- и тяжелосуглинистыми разностями агроденовоподзолистых почв в типичных агроценозах таёжной зоны.
- ✓ В зоне распространения агрочернозёмов, можно ожидать поддержания текущих запасов углерода при условии сохранения современного уровня продуктивности агроценозов до 2040 г.
- ✓ Увеличение поступления углерода растительных остатков на 5% может обусловить рост секвестрации углерода в два раза, а увеличение на 20% - в пять раз в зоне лесостепи. В последнем случае возможно обеспечение условия 4 промилле для ряда территорий Восточной части Центрального и Приволжского ЦО.
- ✓ Данная стратегия увеличения поступления растительных остатков оказывается также благоприятной для накопления углерода в зоне степи и сухой степи, в количестве 2,5-3 т С/га в течение 20 лет.

... Лучшего времени для изучения круговорота С еще не было. Глобальный цикл С претерпевает изменения и круг насущных и мучительных вопросов озадачивает, смущает и изумляет нас. Но никогда раньше перед нами не было такой аудитории, ждущей результатов. Это обстоятельство заставляет нас немного нервничать, но одновременно добавляет остроту и срочность в исследования. Возможно, через какую-то сотню лет, после завершения работ, когда страсти вокруг круговорота С поутихнут, наши потомки скажут – то было восхитительное время для ученых, золотой век науки о цикле С.

Источник: Н. Janzen, 2004 Agriculture, Ecosys. & Environm.

