

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ПУЛАМИ УГЛЕРОДА И ПОТОКАМИ КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

П.В. КРАСИЛЬНИКОВ *(МГУ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА)*

А.Л. ИВАНОВ *(ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА)*

СОАВТОРЫ ДОКЛАДА

- В.А. Романенков (*МГУ имени М.В.Ломоносова*)
- Д.Н. Козлов (*Почвенный институт им. В.В. Докучаева*)
- Ю.Л. Мешалкина (*МГУ имени М.В.Ломоносова*)
- С.А. Кулачкова (*МГУ имени М.В.Ломоносова*)

Политический консенсус по глобальным изменениям климата

- Исследователи во всём мире пришли к выводу, что глобальное климатическое потепление является свершившимся фактом
- Антропогенные выбросы климатически активных газов являются если не единственной, то значимой причиной изменений климата
- Количество антропогенных выбросов влияет на скорость повышения температуры; разработаны разные прогнозные сценарии на период до 2100 года
- В зависимости от сценария роста концентрации парниковых газов потери мировой экономики в XXI столетии от потепления могут составить от 5 до 20% ВВП
- Считается, что риски потерь можно уменьшить за счёт интенсификации поглощения углерода из атмосферы техническими методами, растительной биомассой или органическим веществом почв



Вклад сельского хозяйства и изменений в землепользовании в баланс климатически активных веществ



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

О КАДАСТРЕ

антропогенных выбросов из источников

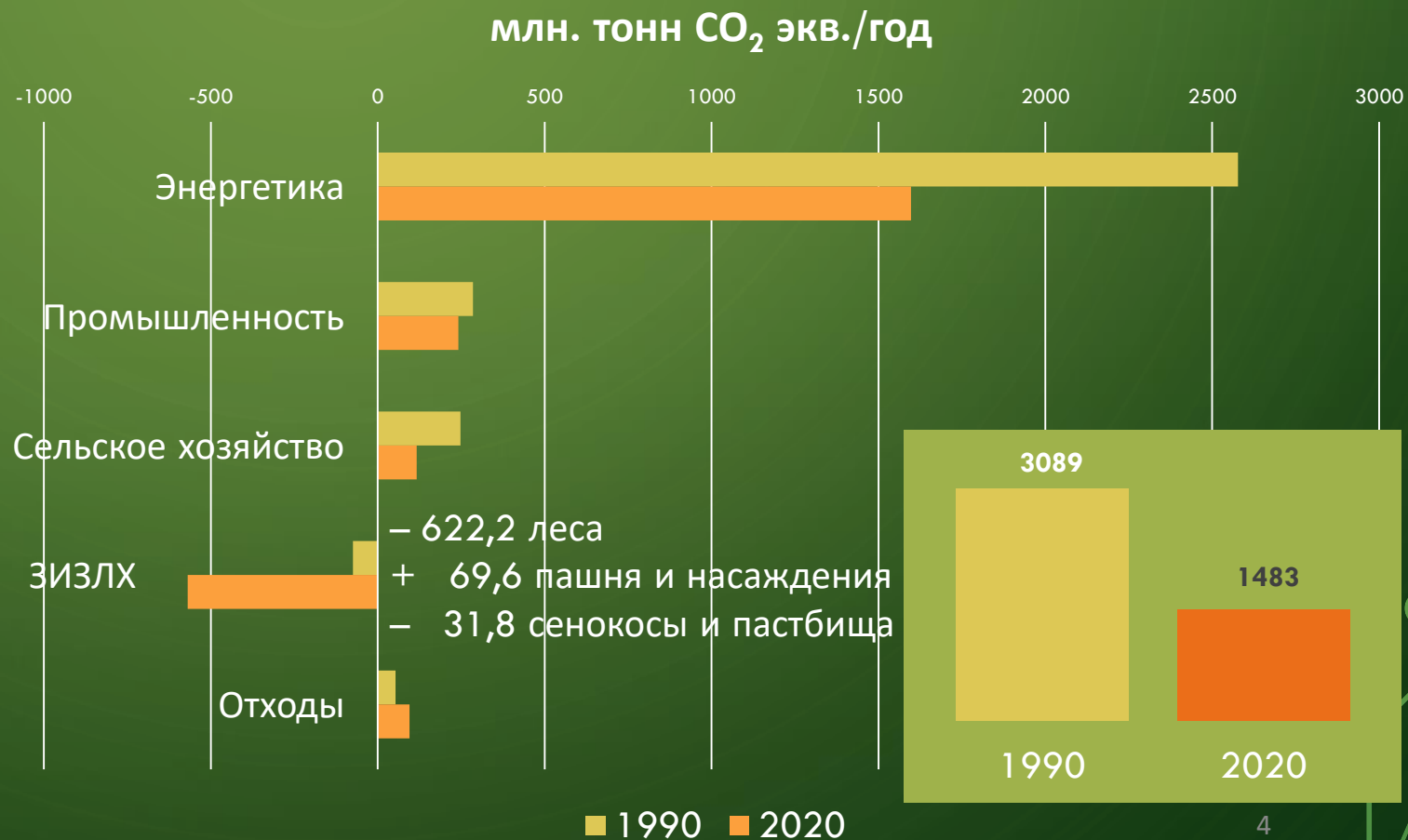
и абсорбции поглотителями

парниковых газов

не регулируемых Монреальским протоколом

за 1990 – 2020 гг.

Часть 1



Изменения в землепользовании



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

О КАДАСТРЕ

антропогенных выбросов из источников
и абсорбции поглотителями
парниковых газов
не регулируемых Монреальским протоколом
за 1990 – 2020 гг.

Часть 1

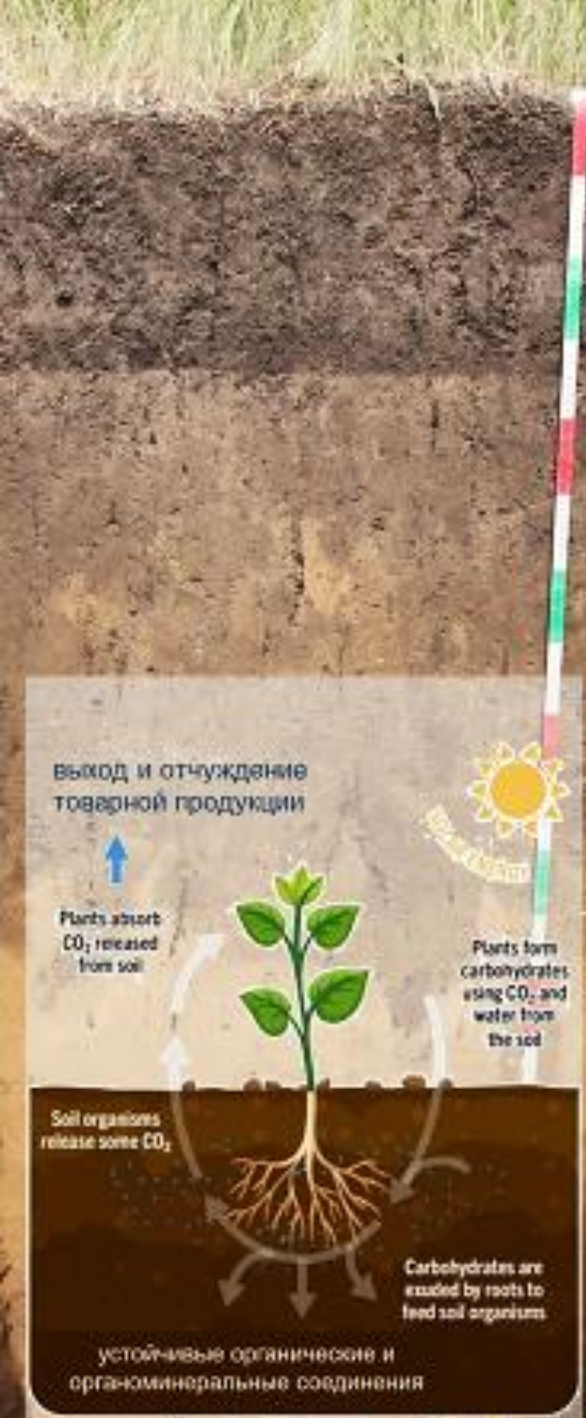
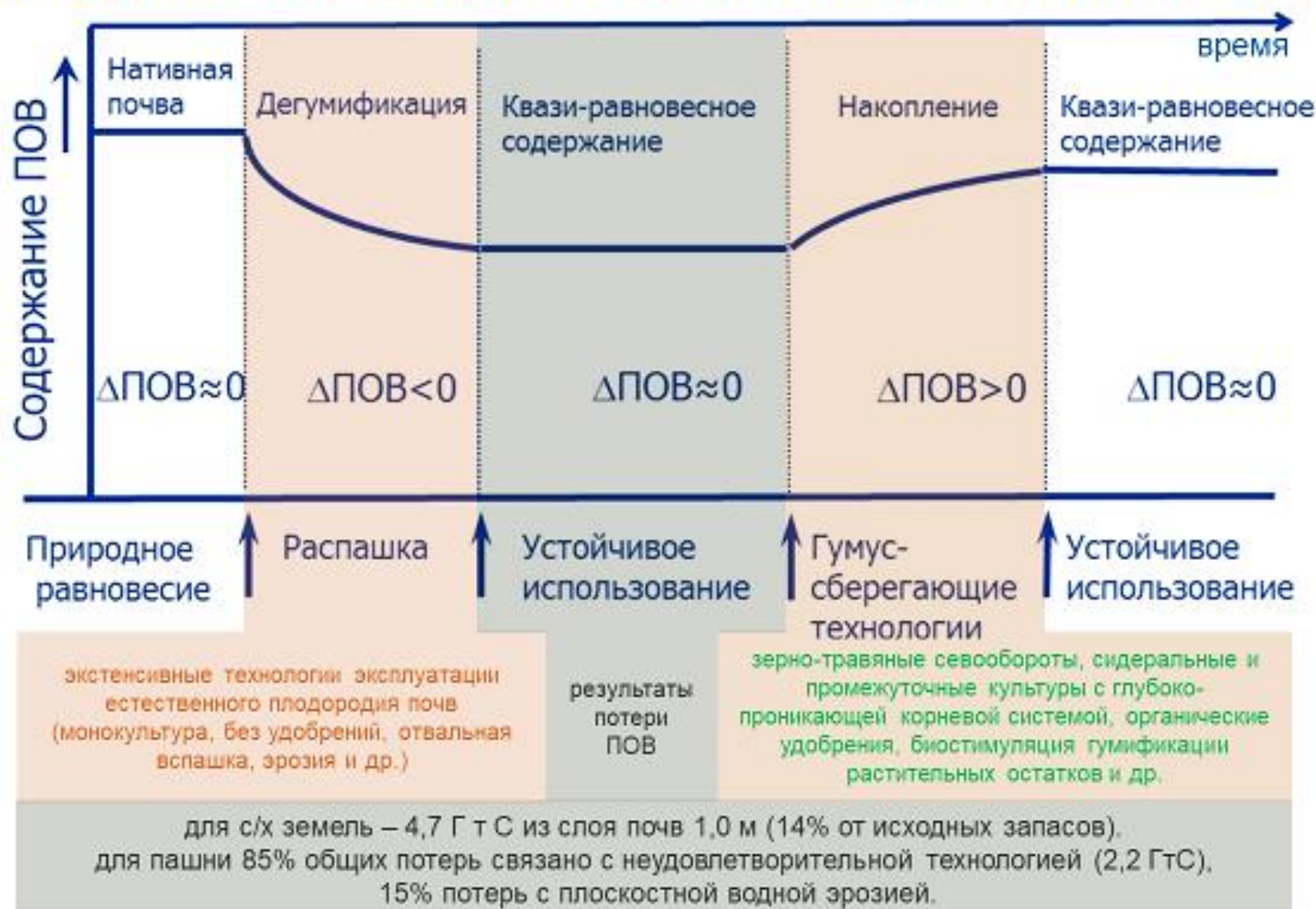
Вклад сельхозугодий в баланс парниковых газов ЗИЗЛХ составляет 13,7%.

Однако **неопределенность этой оценки крайне высока**, поскольку:

- **не определен порядок оценки пространственно-временных изменений запасов органического углерода в минеральных почвах**, в том числе в результате изменений в системе управления земель;
- национальный коэффициент эмиссии углерода определен лишь для органогенных почв осушенных земель (2,8%);
- **оценки разницы средних запасов углерода почв, биомассы и мертвого органического вещества до и после конверсии игнорируют особенности природных и хозяйственных условий РФ** (уровень 1 по умолчанию МГЭИК (TIER 1), *стр. 301 Кадастра*);
- принято, **что практика ведения хозяйства и режимы использования пахотных и кормовых угодий не изменялись**.

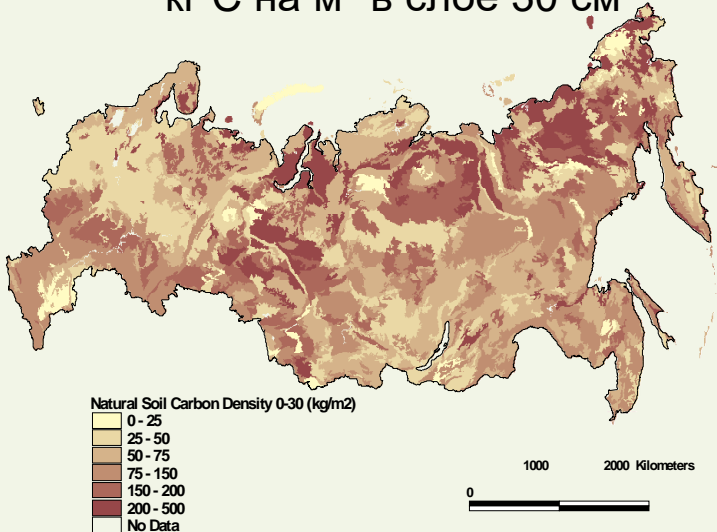
Учитывая, что изменений в системе управления постоянными пахотными землями, а также постоянными кормовыми угодьями в течение отчетного периода в России не происходило, оценки по Уровню 1 дают нулевое изменение запасов. Поэтому в соответствующих строках таблиц ОФД использовано условное обозначение "NO". В будущем планируется изучить возможность разработки альтернативного метода Уровня 3 для оценки изменений запасов почвенного углерода на этих землях.

БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ

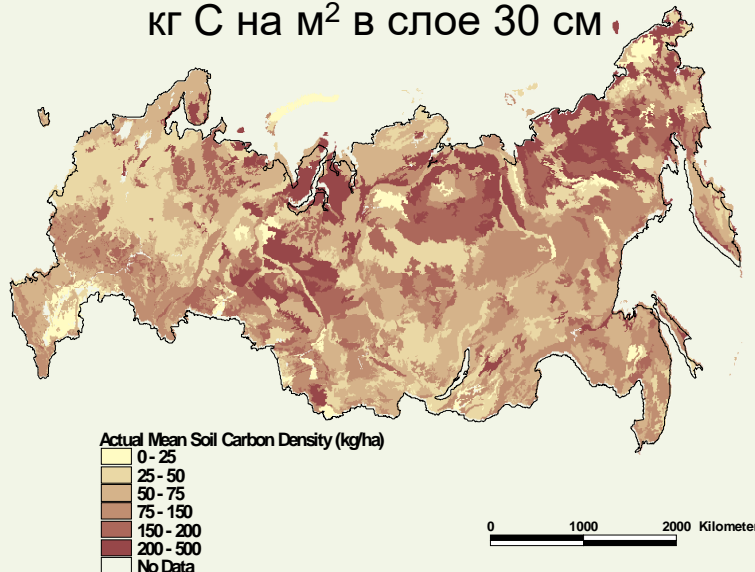


Бюджет углерода в почвах агроэкосистем России

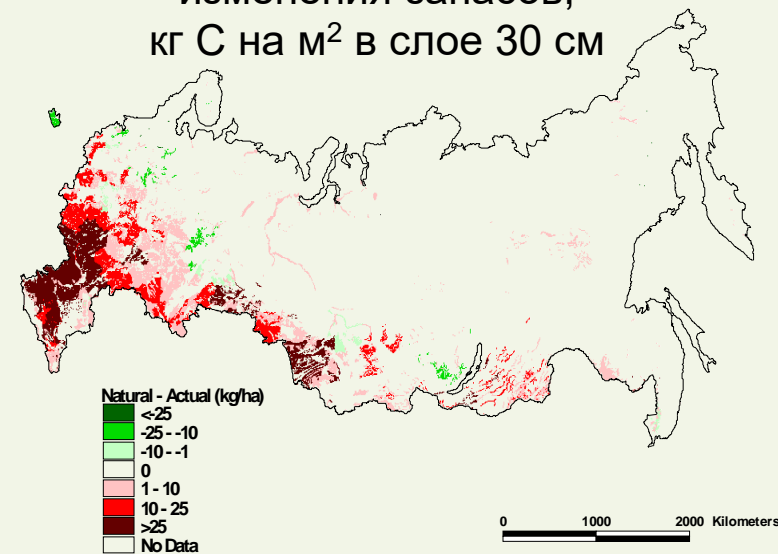
Нативные (природные) запасы, кг С на м² в слое 30 см



Актуальные запасы, кг С на м² в слое 30 см



Антропогенно-инициированные изменения запасов, кг С на м² в слое 30 см



Использование	0-0,3 м				0-1,0 м			
	нативные	используемые	потеря	% от нативных	нативные	используемые	потеря	% от нативных
Пашня	13,47	10,84	2,63	20	22,60	19,02	3,58	16
Пастбища	6,37	5,92	0,45	7	10,02	8,92	1,10	11
Всего	19,84	16,75	3,09	16	32,61	27,94	4,68	14

ОБЩИЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ПОЧВ С/Х ЗЕМЕЛЬ

4,7 Г т С из слоя почв 1,0 м
(14% от исходных запасов)

из них потери для пахотных почв:

85% потерь связаны с неудовлетворительной технологией,
15% потерь с плоскостной водной эрозией.

(Столбовой, 2019)

Исполнение национальных обязательств РКИК ООН'92 – Киото протокол'97 – Париж'15

1.

Направленное воздействие

- снижение выбросов
- увеличение поглощения

2.

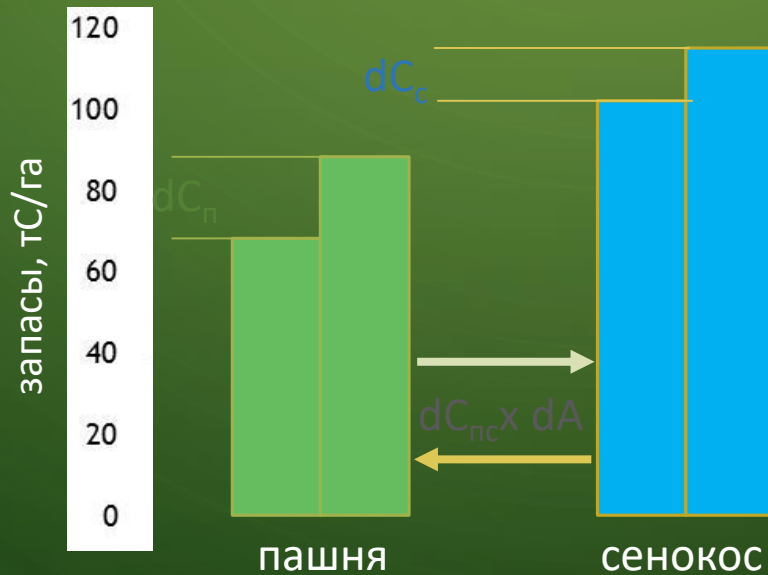
Порядок расчета изменений запасов углерода в биомассе и почвах с/х угодий (TIER 1 – TIER 2 – TIER 3)

3.

Национальный кадастр антропогенных выбросов ...

4.

РКИК ООН



Вид землепользования по пулам
(биомасса, почва) в разные годы

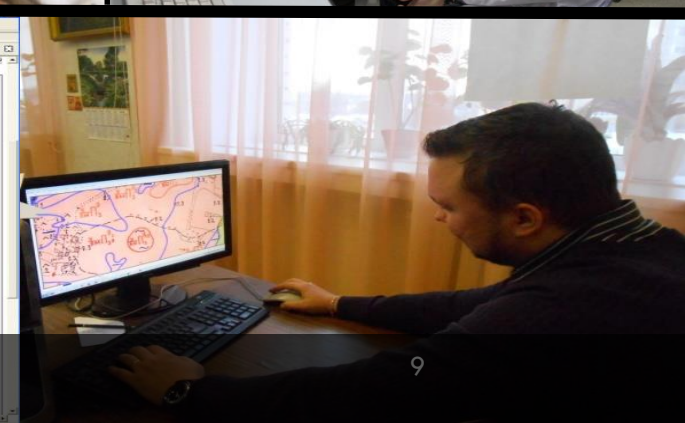
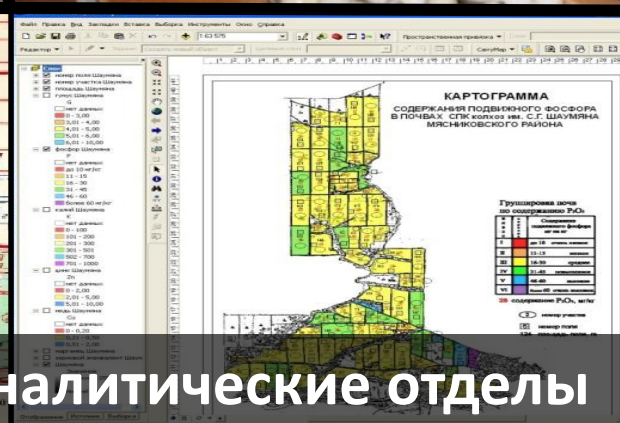
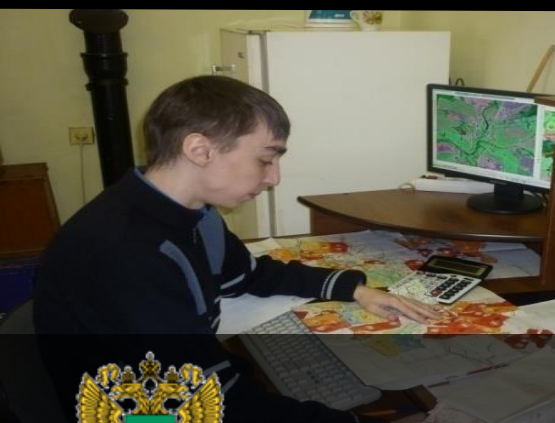
Агрохимическая служба Минсельхоза России



99 центров и станций, 6340 специалиста, включая 23 доктора и 124 кандидата наук

Полевые отряды

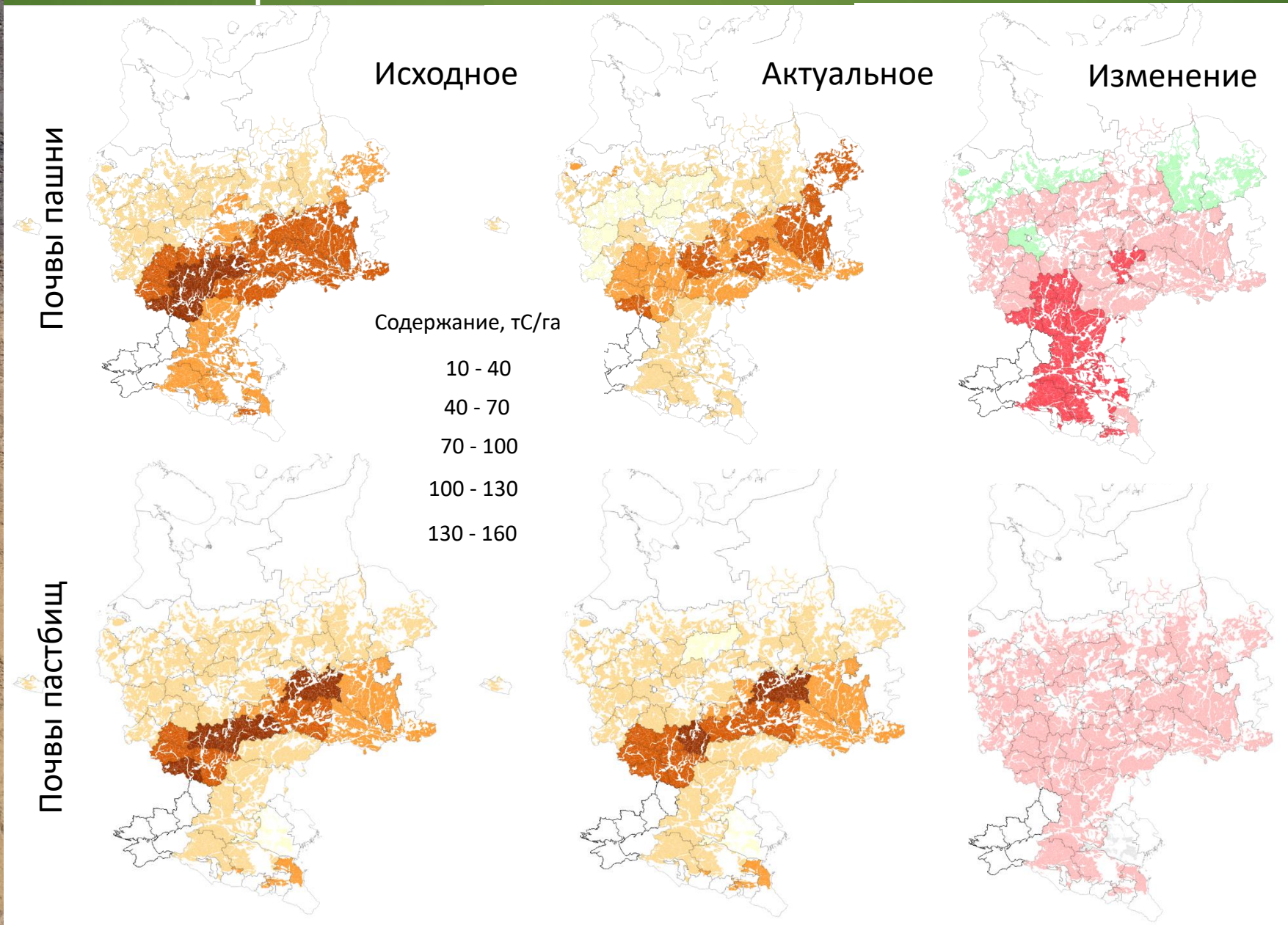
Аккредитованные лаборатории



Информационно-аналитические отделы



Динамика содержания углерода в пахотных и пастбищных почвах ЕТР



Потенциал поглощения атмосферного углерода пахотными почвами

- Концепция «4 промилле», принятая на Конвенции сторон UNFCCC в Париже в 2015 г., направлена на стимулирование поглощения углерода пахотными почвами: повышение запасов углерода в пахотном слое на 0,4% в год позволит компенсировать все антропогенные выбросы парниковых газов
- В 2017 UNFCCC одобрила «Коронивийскую общую работу по сельскому хозяйству», где подтвердила решимость превратить аграрный сектор
- Для поддержания постоянства концентрации CO₂ в атмосфере почвы должны поглощать в 2030-2050 гг. 1,4-1,6 Гт углерода в год, т.е. в среднем 0,89 т/га в год
- Новые технологии обработки почвы могут существенно повысить потенциал почв по поглощению углерода: только технология нулевой обработки и прямого посева позволяет повысить поглощение углерода до 0,5-1,8 тонн CO₂ на гектар в год



ДИНАМИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- С помощью комплекса почвенных углеродных моделей - NAMSOM, DayCent, RothC
- Ретроспективное и имитационное моделирование динамики почвенного углерода контрастных вариантов
- 6 длительных полевых опытов, входящих в Географическую сеть опытов с удобрениями



Моделирование запасов почвенного углерода

Используемая модель - Ротамстедской опытной станции RothC версия 26.3.

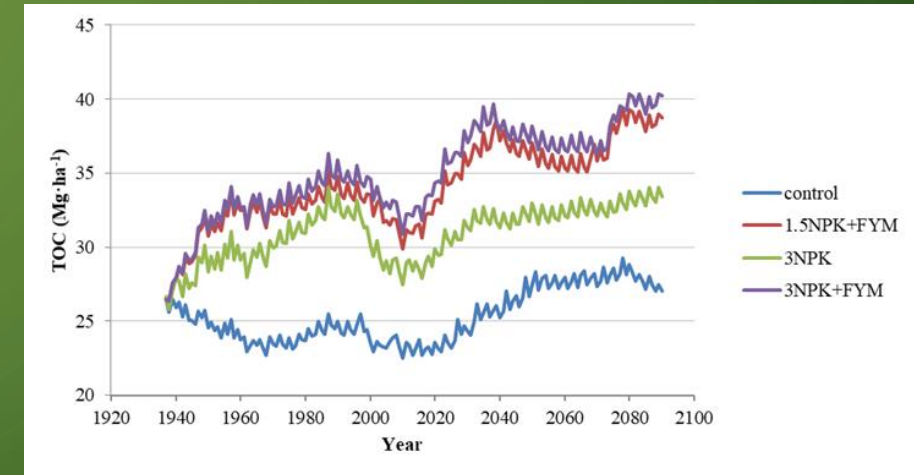
Исходные данные: ежемесячная климатическая информация, урожайность культур за определенный период, дозы органических удобрений, содержание илстой фракции в пахотном слое и плотность почвы.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
												Depth (cm)	23		DPM
												Clay %	23.4		proportion
rate constant	rate constant	rate constant	rate constant					MaxSMD	-44.94			DPM/RPM ratio	1.44		
10	0.3	0.66	0.02					adjustedMaxSMD	-44.94			timestep	12		
Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial			BareSMD	-24.97			FYM_DPM	0.49		
C	C	C	C	C	C			1barSMD	-19.96			FYM_RPM	0.49		
0.0000	10.0000	2.0000	37.0000	3.4				maxRMF	1.00			FYM_HUM	0.02		
								minRMF	0.20						
	DPM	RPM	Bio	Hum	IOM	TOC		Fresh input	FYM	Plant cover	Tmp	Rain	Evap	AccSMD	RMF
0	0.0000	10.0000	2.0000	37.0000	3.4	52.4000									0
1	0.0000	9.9114	1.9764	36.9959	3.4	52.2837		0	0	0	3.4	74	8	68.0	0.00
2	0.0000	9.8195	1.9521	36.9915	3.4	52.1632		0	0	0	3.6	59	10	51.5	0.00
3	0.0000	9.6959	1.9197	36.9852	3.4	52.0008		0	0	0	5.1	62	27	41.8	0.00
4	0.0000	9.5495	1.8816	36.9794	3.4	52.0000		0.15	0	1	7.2	51	19	14.3	0.00

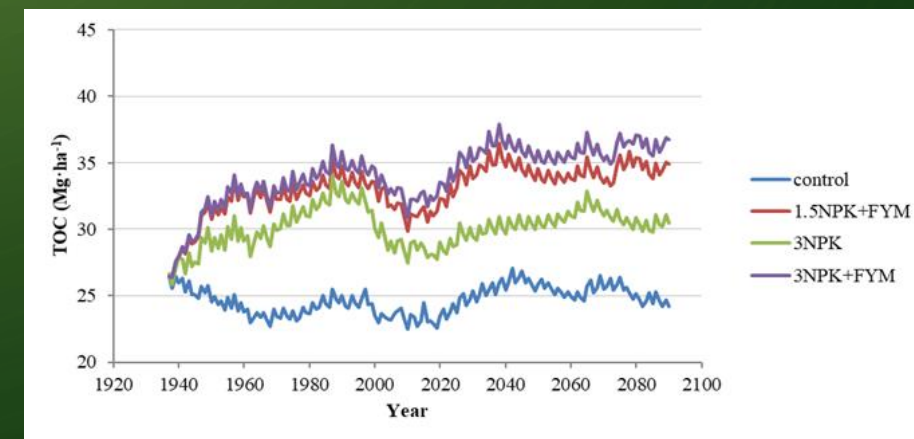
Потенциал поглощения атмосферного углерода сельскохозяйственными почвами России

- На основании отечественных данных многолетних агрохимических опытов создана основа для моделирования динамики почвенного углерода при разных климатических сценариях
- Работы велись в коллаборации с 23 исследовательскими организациями мира в рамках проекта, профинансированного программой ЕС HORIZON2020 «Координация международного сотрудничества в области исследования почвенного углеродного сектора в сельском хозяйстве» (CIRCASA)
- Наш коллектив вошёл в созданный по итогам проекта Международный исследовательский консорциум (IRC) по поглощению углерода почвами
- Среди прочего, коллективом разработана блок-схема рекомендаций по накоплению органического углерода в почвах

Прогноз накопления углерода в почвах (Долгопрудный, МО) при умеренном климатическом сценарии RCP4.5



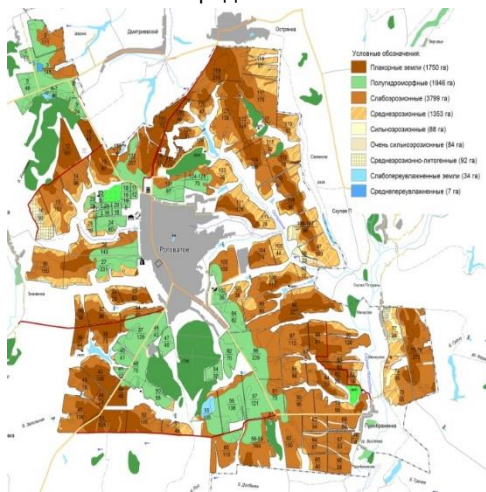
Прогноз накопления углерода в почвах (Долгопрудный, МО) при экстремальном климатическом сценарии RCP8.5



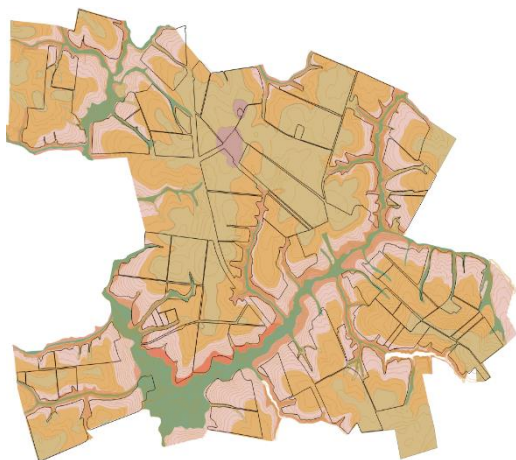
Регулирование баланса углерода в агроландшафте

Природная подсистема

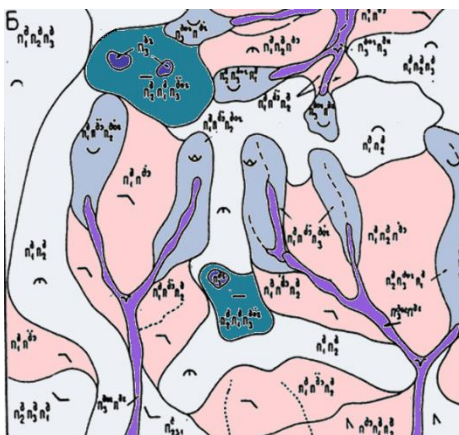
ООО «Роговатовская нива»
Белгородской области



ЗАО «Агротехнологии»
Тамбовской области



ООО «Зеленоградский»
Московской области



СХПК «Гладышевский»
Московской области

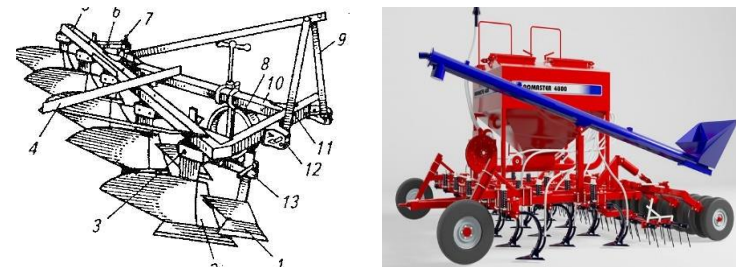


Система земледелия

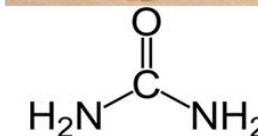
Культуры и сорта



Обработка почв и механизация



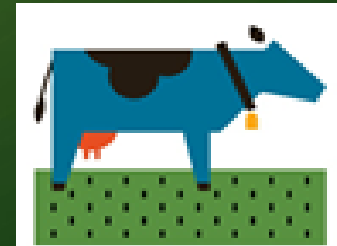
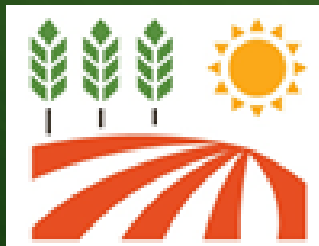
Питание растений и защита растений



ЯИПРАЦДРА

Последовательность тестируемых адаптационных решений в условиях будущего климата

- Оптимизация условий роста сельскохозяйственных культур для максимизации поступления С в почву с растительными остатками
- Устранение потерь С почвы при паровании
- Оптимизация хозяйственного выноса
- Устранение дефицита поступления С в составе органических удобрений
- Использование почвозащитных приёмов обработки почвы
- Применение альтернативных органических удобрений



Результаты прогноза потенциального депонирования органического углерода почвами агроэкосистемам при адаптации различных элементов агротехнологий



- Для всех опытов прогноз динамики ОВ почвы при ожидаемых климатических изменениях даёт возможность достичь цели «4 промилле»;
- Наиболее значимым фактором является изменение севооборота и отказ от парового поля, как в условиях Нечернозёмной зоны, так и для чернозёмных почв.
- Если в севообороте отсутствует паровое поле, управление запасами С в наибольшей степени обеспечивается использованием органических удобрений в правильно выбранной дозе, а также возделыванием трав;
- Применение альтернативных источников органических удобрений даёт возможность дополнительного накопления С пахотным слоем почвы, при этом эффективность при использовании эквивалентных доз снижалась в ряду

компост и торфосмеси > биочар и гидрочар > навоз > сидераты

Потенциал поглощения атмосферного углерода сельскохозяйственными почвами России

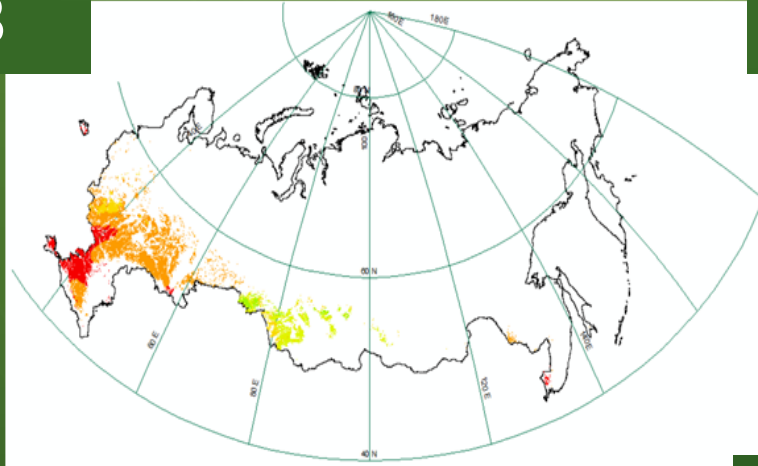
- В 2020 году Глобальным почвенным партнерством ФАО ООН была инициирована работа по созданию глобальной карты потенциала секвестрации углерода почвами сельхозугодий (GSOCseq)
- От России работы в рамках GSOCseq координировались Московским университетом
- Работы были проведены в первом приближении для всей территории России и во втором приближении будут осуществляться для Ростовской, Белгородской и Московской областей



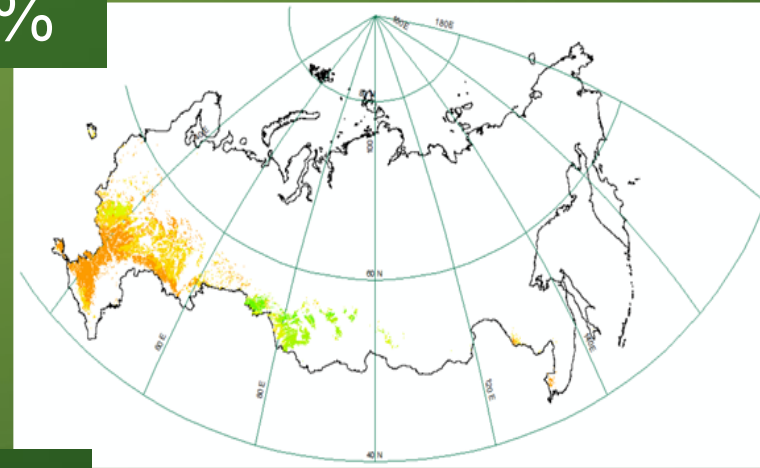
Скорости секвестрации почвенного углерода

Скорости секвестрации почвенного углерода т С га/год при сохранении неизменного хозяйствования (НЗ) и при трех сценариях, где предполагается увеличение поступающего в почву органического вещества на 5, 10 и 20%

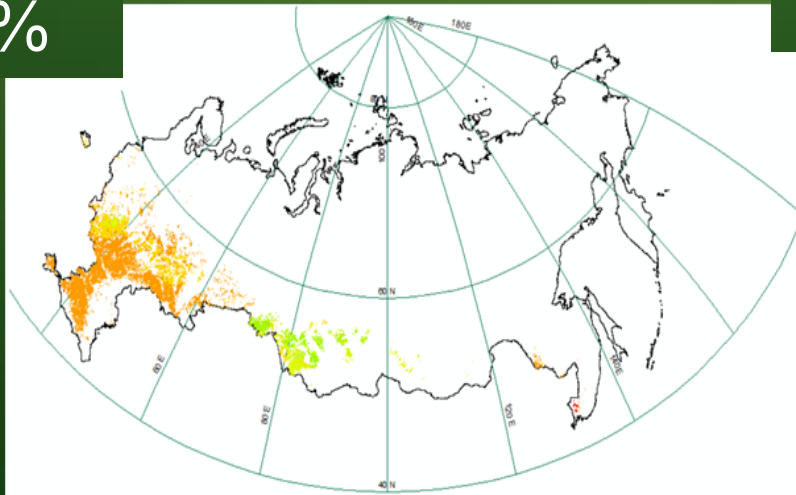
НЗ



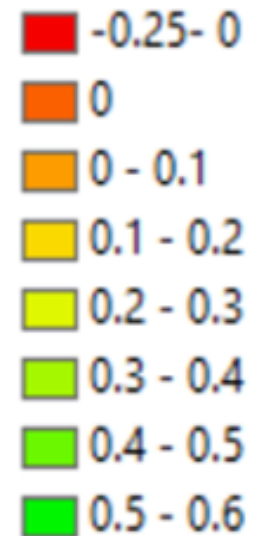
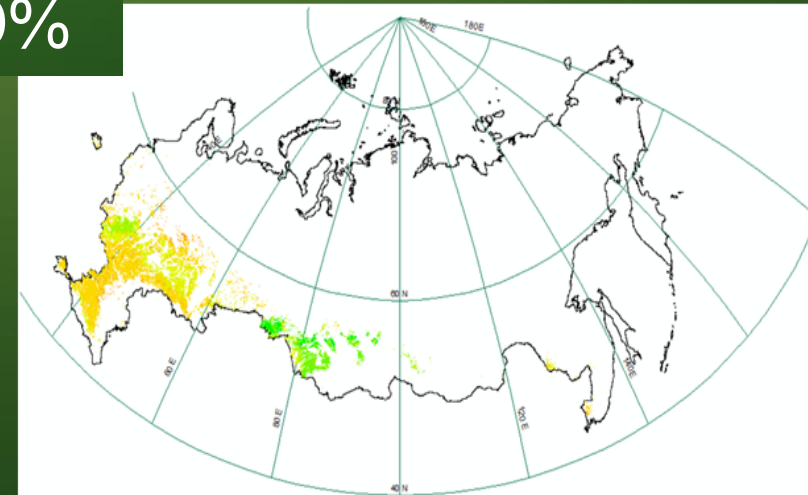
10%



5%



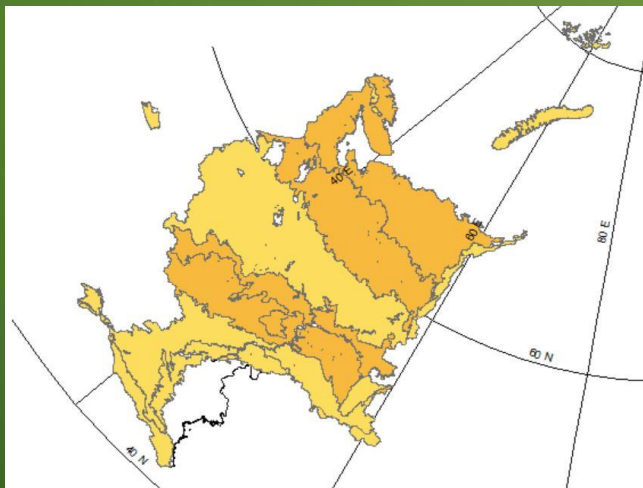
20%



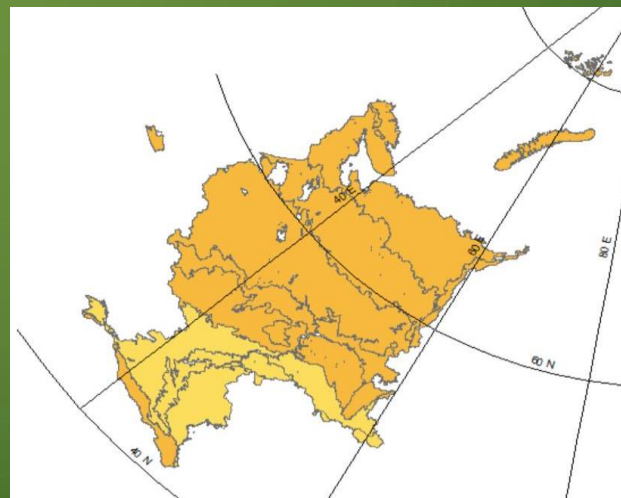
Средняя скорость секвестрации почвенного углерода

Средняя скорость секвестрации почвенного углерода (т С 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%

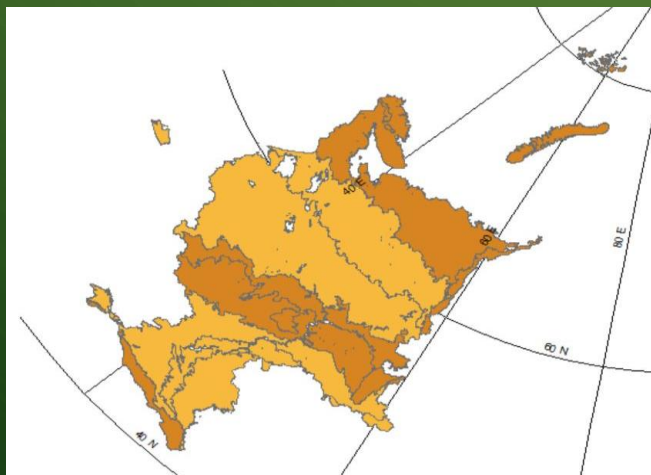
НЗ



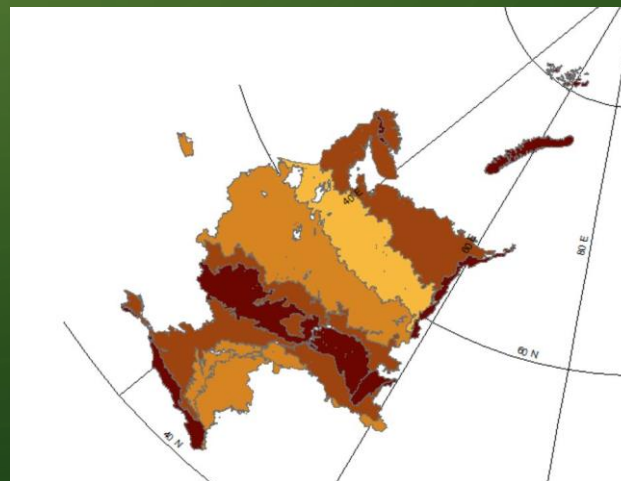
5%



10%



20%



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

