

Научные дебаты «Какой должна быть национальная система мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России?», 9 ноября 2023 г., Москва, ИКИ



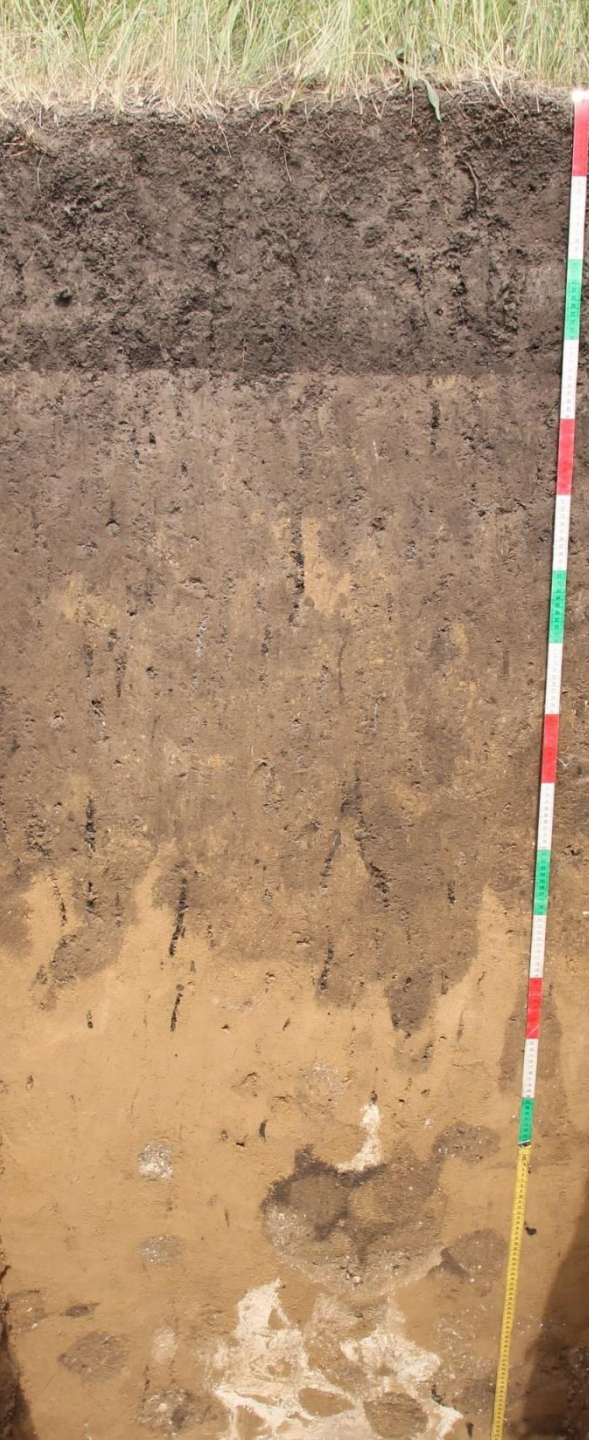
# ПОЧВЕННЫЙ УГЛЕРОД В АГРОЭКОСИСТЕМАХ КАК ПРЕДМЕТ МОНИТОРИНГА

Даниил Николаевич Козлов,  
Болотов А.Г., Хитров Н.Б., Столбовой В.С.,  
Когут Б.М., Хаматнуров Ш.А., Лозбенева Н.И.

НОЦ  
«Углерод в  
экосистемах:  
мониторинг»



ФИЦ  
Почвенный  
институт  
им. В.В. Докучаева



# РОЛЬ ПОЧВЫ КАК КОМПОНЕНТА БИОСФЕРЫ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

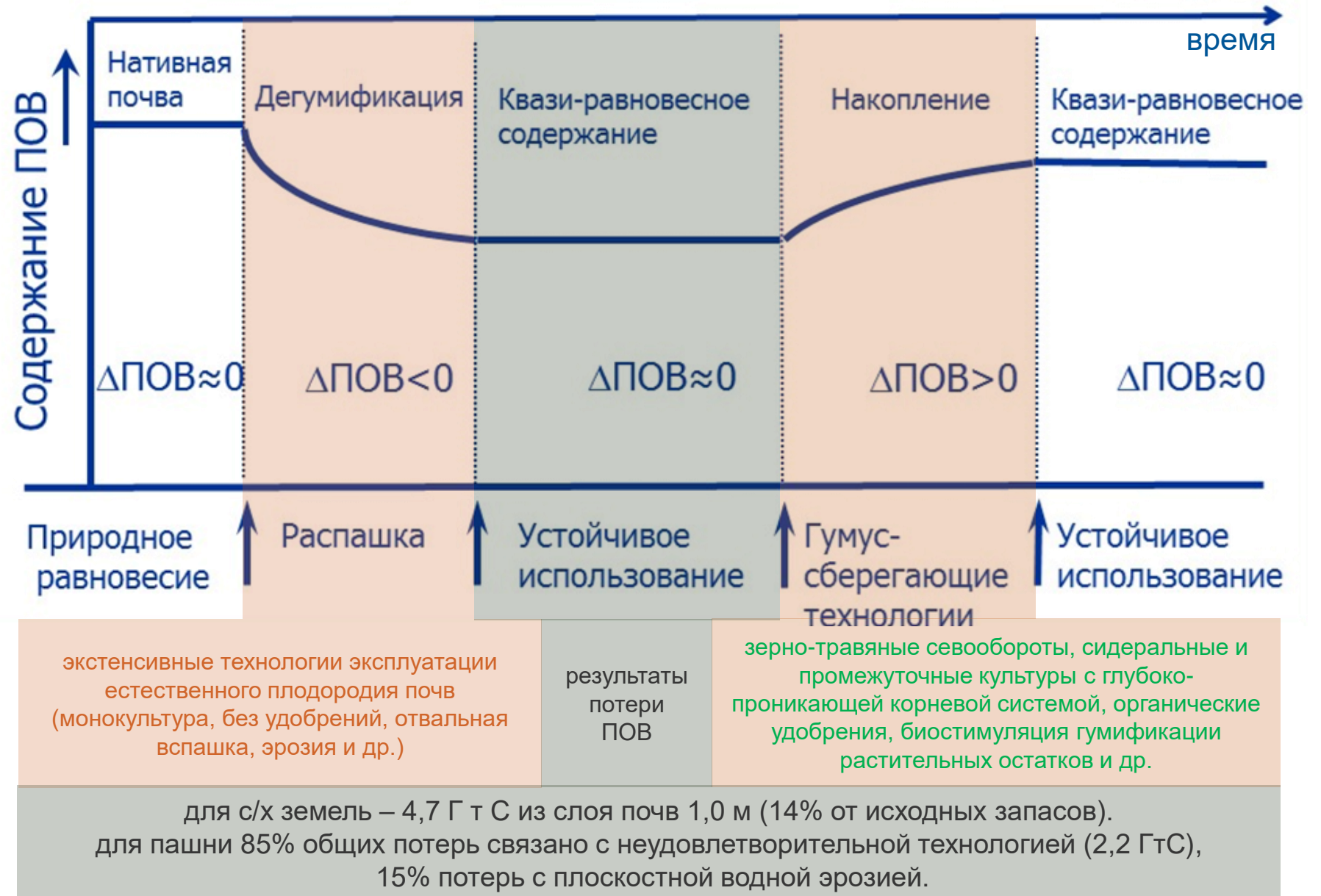
- регулятор биогеохимического круговорота и гидрологического стока
- связывание техногенных загрязнений (тяжелые металлы, радионуклиды)
- **связывание и депонирование парниковых газов и повышение гумусированности почв для воспроизводства их плодородия**

Статья 3.4 Киотского протокола (1997)

**Инструменты снижения концентрации парниковых газов в атмосфере:**

- ...
- возможность землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ), в том числе – **за счет изменения технологий с.х. производства для накопления углерода в почвах**, например, переход на гумус сберегающие севообороты, сокращение механических обработок и др.
- ...

# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ



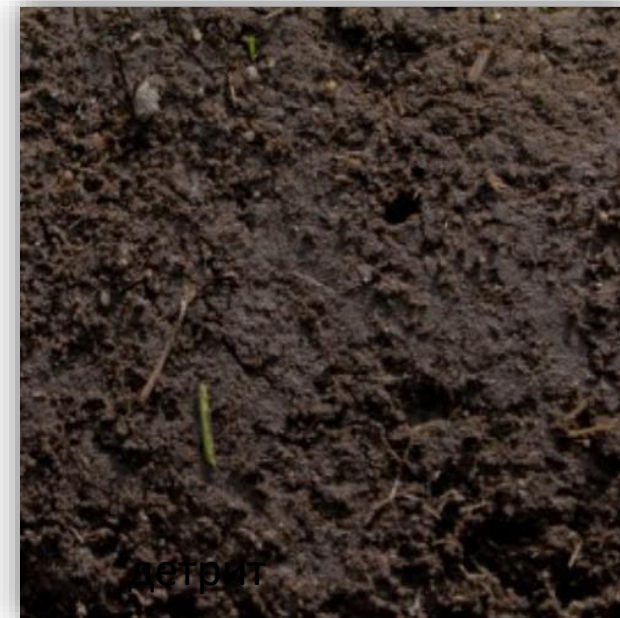
# ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ (ОВП)



фитомасса



детрит



гумус

**гумификация** – биохимические преобразования органических остатков в специфичные устойчивые гуминовые вещества: гуминовые кислоты (ГК), гумины и фульвокислоты (ФК). Скорость гумификации 1-2% в год.

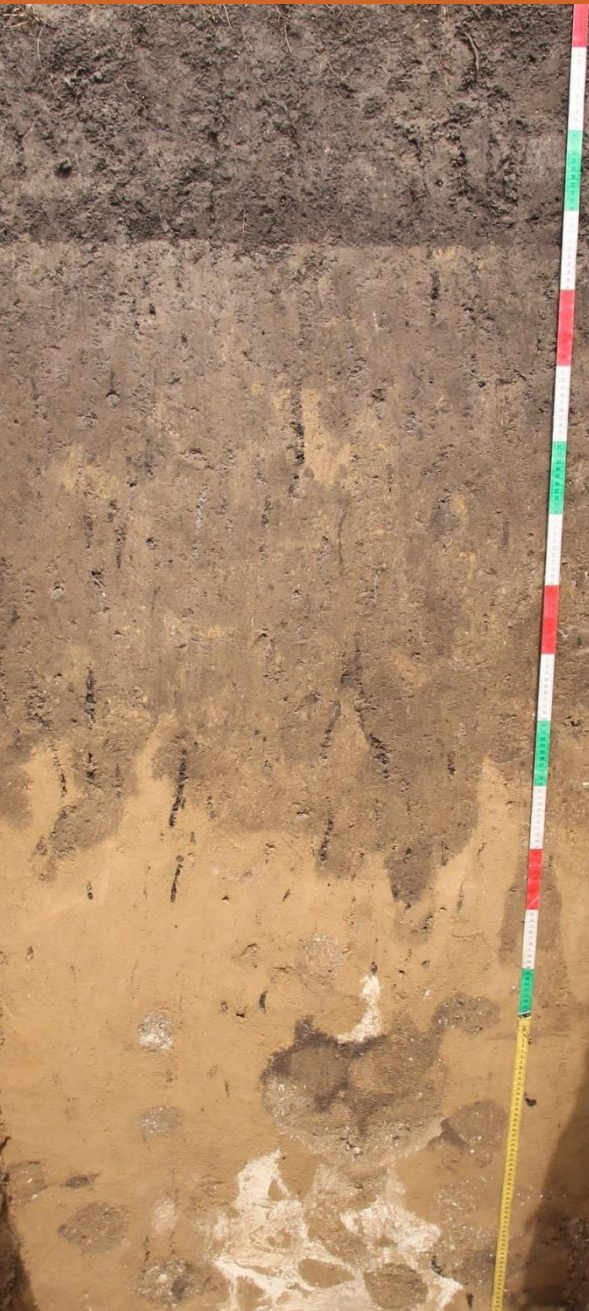
**минерализация** – биохимическое разложение органических остатков и гумуса до конечных продуктов – воды, диоксида углерода и простых солей (70-80% органической массы в первые два года)

↑CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, ...  
↓H<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub>, , ...

**Качество гумуса:** отношение ГК:ФК – фульватный (ГК:ФК < 0.6), гуматно-фульватный (ГК:ФК 0.6-1), фульватно-гуматный (ГК:ФК 1-2) и гуматный (ГК:ФК > 2); обогащенность азотом (C:N)

**Черноземы** – ГК:ФК >1, C:N = 10

# АГРОНОМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ



## ЗАПАС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

в органически связанной форме содержится 98% запасов азота, 60% фосфора, 80% серы (сохраняются от вымывания, служат источником питания растений). Урожай небобовых на 30-60% формируется за счет азота гумуса;

## ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ

емкость обмена гумуса в 10 раз больше минеральной части почвы (в черноземах – 400-500 мг-экв на 100 г почвы, в песчаных почвах на каждые 0.1% гумуса емкость обмена возрастает на 0,4 мг-экв на 100 г, влагоемкость на 0,5-0,8%).

## АГРЕГАТООБРАЗОВАНИЕ

гумус склеивает частицы почвы с образованием агрономически ценной водопрочной пористой структуры, благоприятной для развития корневой системы растений. Менее тяжелы в обработке, физическая спелость весной наступает раньше, устойчивы к водной и ветровой эрозии.

## ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙ

увеличение гумуса на 1% повышает продуктивность севооборота не менее чем на 25% (Пд суп), эффективность удобрений возрастает в 1,5-2,0 раза

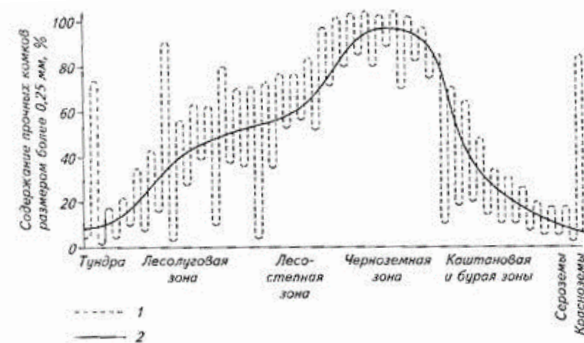
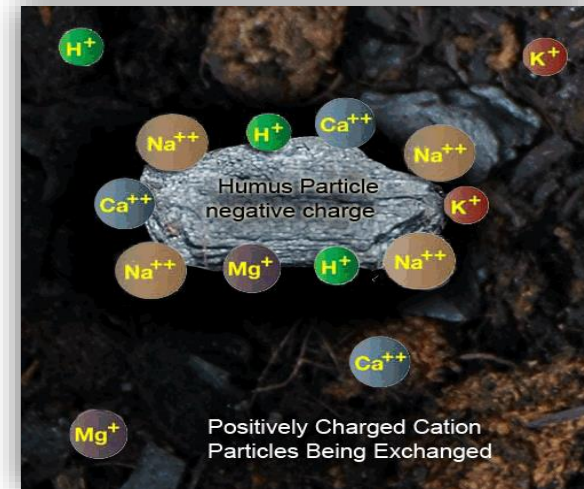
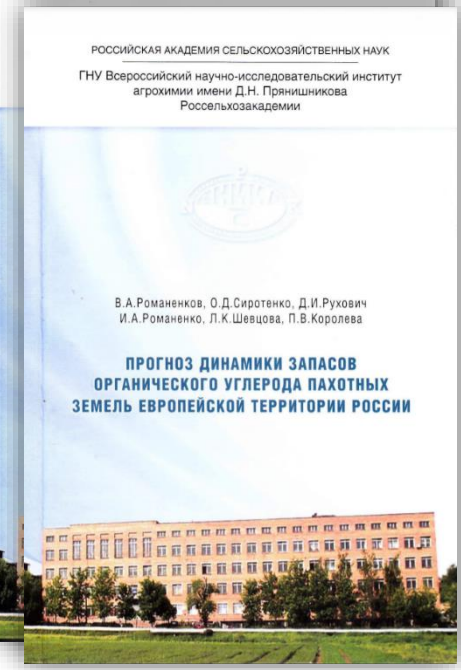
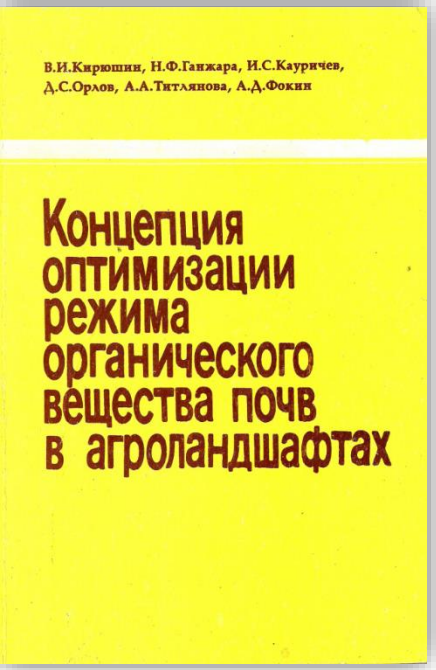
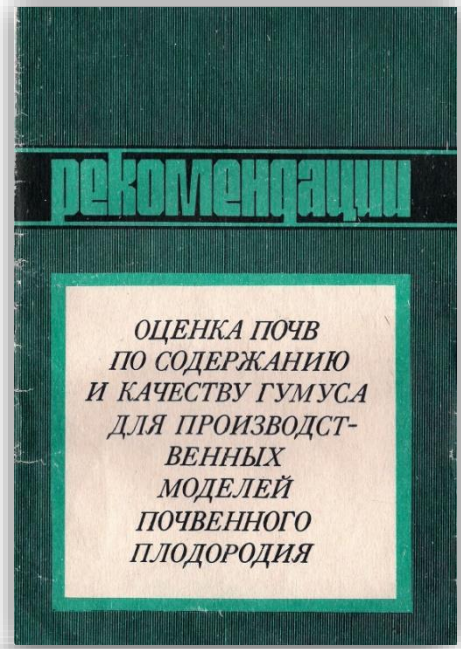
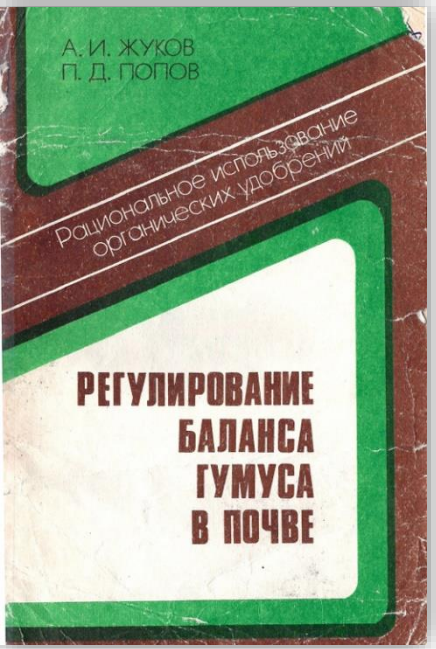
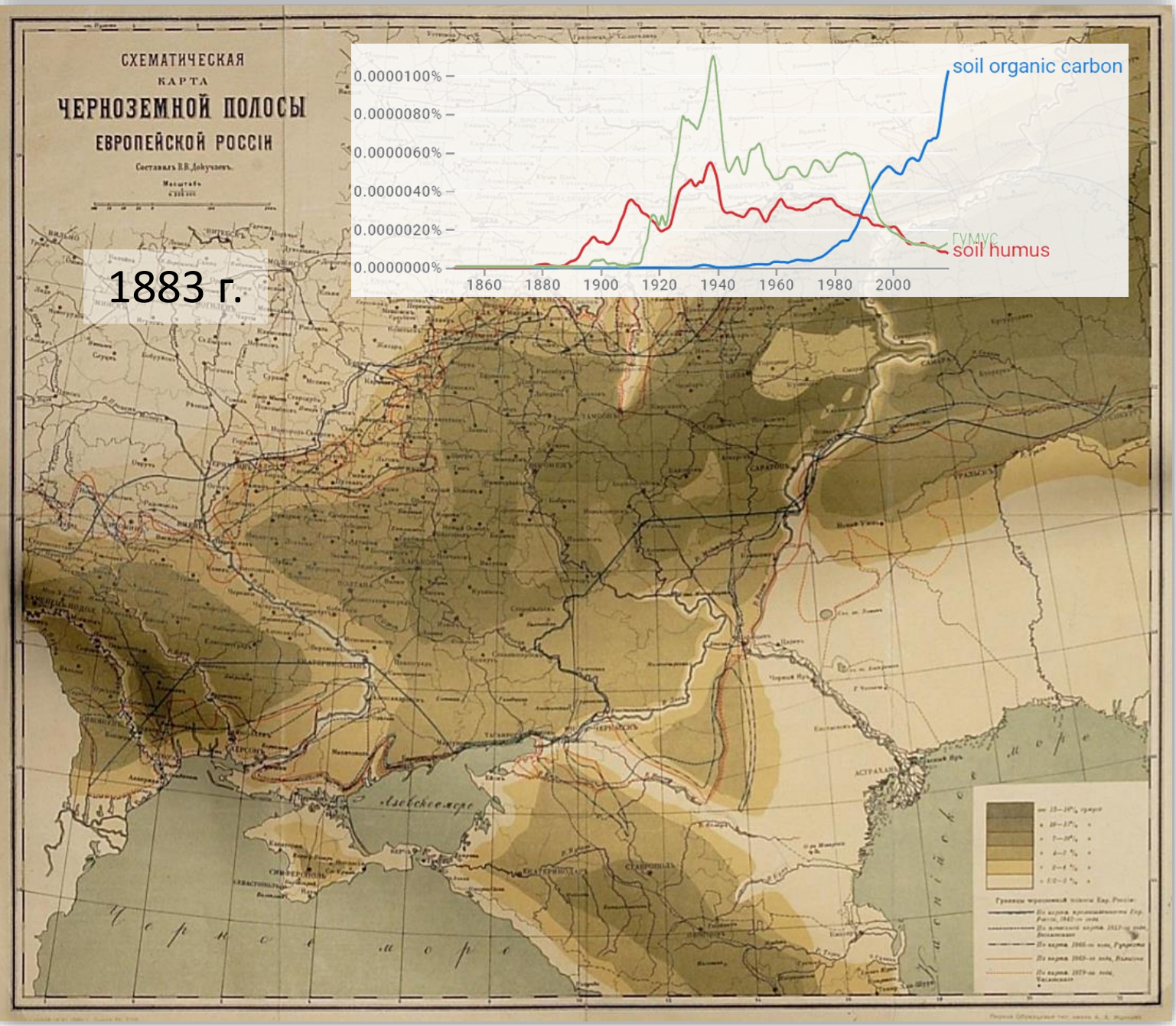


Рис. 35. Водопрочность макроструктуры верхнего горизонта целинных почв разных зон (по Н. И. Саввинову); 1 — водопрочность структуры в почвах отдельных типов; 2 — общая тенденция водопрочности структуры почвы в разных зонах



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ

от 4 мая 2010 года N 150

Об утверждении Порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения

(с изменениями на 2 декабря 2020 года)

1.2. Государственный учет показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения (далее - учет показателей) включает в себя сбор и обобщение результатов почвенных, геоботанических и других обследований земель сельскохозяйственного назначения.

Учет показателей плодородия проводится в целях:

а) формирования полной и достоверной информации о состоянии и динамике плодородия земель сельскохозяйственного назначения;

б) выявления отрицательных результатов хозяйственной деятельности на землях сельскохозяйственного назначения;

в) выявления резервов обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства;

г) обеспечения формирования государственного информационного ресурса о состоянии земель сельскохозяйственного назначения в части показателей их плодородия.

1.4. Учет показателей проводится федеральными государственными бюджетными учреждениями, подведомственными Минсельхозу России, осуществляющими обследования, указанные в пункте 1.2 настоящего порядка, в том числе центрами и станциями агрохимической службы, центрами химизации и сельскохозяйственной радиологии, федеральным государственным бюджетным учреждением "Российский сельскохозяйственный центр" (далее - учреждениями), на основе учетных данных, полученных при проведении обследований.

1.5. Учет показателей проводится в соответствии со следующими показателями:

**а) общие показатели:**

- название почвы, включая почвообразующую породу;
- **мощность гумусового горизонта, см;**
- уклоны поверхности, °/градус;

**б) физические и химические показатели:**

- **содержание органического вещества в пахотном горизонте, %;**
- кислотность-щелочность (рН<sub>КСЛ</sub> и рН<sub>Н2О</sub>);
- гидролитическая кислотность, мг.экв./100 г почвы, для почв с рН < 5,5;
- содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы;
- содержание обменного калия, мг/кг почвы;
- содержание минеральных форм азота, мг/кг почвы;
- содержание макро- и микроэлементов (Са, Mg, Zn, Cu, Mo, S, B, Mn, Co), мг/кг почвы;
- содержание водорастворимых солей (% токсичных солей, тип засоления);
- содержание обменного Na (% от ЕКО) для солонцового горизонта;
- емкость катионного обмена (ЕКО - мг.экв/100 г почвы);
- степень насыщенности основаниями, %, для почв с рН < 6;
- гранулометрический состав, процент ила (частицы < 0,001 мм) и физической глины (частицы < 0,01 мм);
- агрегированность (0,25-10 мм и глыбистой фракции более 10 мм при сухом просеивании), %;
- предельная полевая (наименьшая) влагоемкость, объемные, %;
- **равновесная плотность почвы по основным горизонтам до 1 метра, г/см;**

**в) показатели загрязнения почв:**

- содержание подвижных форм тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, As) мг/кг;
- содержание остаточных количеств пестицидов, мг/кг;
- содержание нефти и нефтепродуктов, мг/кг;
- мощность экспозиционной дозы, мкР/ч;
- содержание Cs и Sr, Бк/кг;
- плотность загрязнения Cs, Sr, кБк/м (Ку/км);

**г) показатели негативных процессов:**

- доля эродированных почв с учетом распределения по категориям, %;
- доля засоленных почв с учетом распределения по категориям степени и глубины засоления, %;
- доля солонцов и солонцеватых почв с учетом распределения по категориям, %;
- доля переувлажненных почв с учетом распределения по категориям глубины залегания УГВ, %;
- каменистость, процент покрытия поверхности почвы камнями размером 5 см;
- мощность мелкозема (см) для горных и предгорных районов с залеганием плотных пород на глубине менее 2 метров;

**д) дополнительные показатели для почв неиспользуемых земель:**

- закустаренность, %;
- залесенность, %;
- зарастание сорными растениями, %;

**е) биологическая активность:** определение микробиологической активности;

**ж) показатели геоботанического состояния почв сенокосов и пастбищ:**

- видовой состав растительного покрова, количество видов на 1 кв. метр;
- плотность растительного покрова, количество растений на 1 кв. метр;

**з) показатели фитосанитарного состояния почв:** зараженность болезнями растений, количество экземпляров на 1 кв. метр; распространенность болезней растений, % от общей площади обследуемого земельного участка; заселенность вредителями растений, количество экземпляров на 1 кв. метр; засоренность сорными растениями, количество экземпляров на 1 кв. метр.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
АГРОХИМИИ им. Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА**  
ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ им. В. В. ДОКУЧАЕВА

УТВЕРЖДАЮ  
Министр сельского хозяйства  
Российской Федерации  
А. В. Гордеев  
« 24 » сентября 2003 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Президент Российской академии  
сельскохозяйственных наук  
Г. А. Романенко  
« 17 » сентября 2003 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОМПЛЕКСНОГО  
МОНИТОРИНГА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ  
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ**

Москва  
ФГНУ «Росинформагротех» 2003

1.5. Учет показателей проводится в соответствии со следующими показателями:

**а) общие показатели:**

- название почвы, включая почвообразующую породу;
- **мощность гумусового горизонта, см;**
- уклоны поверхности, °/градус;

**б) физические и химические показатели:**

- **содержание органического вещества в пахотном горизонте, %;**
- кислотность-щелочность (рН<sub>КСЛ</sub> и рН<sub>Н2О</sub>);
- гидролитическая кислотность, мг.экв./100 г почвы, для почв с рН < 5,5;
- содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы;
- содержание обменного калия, мг/кг почвы;
- содержание минеральных форм азота, мг/кг почвы;
- содержание макро- и микроэлементов (Са, Mg, Zn, Cu, Mo, S, B, Mn, Co), мг/кг почвы;
- содержание водорастворимых солей (% токсичных солей, тип засоления);
- содержание обменного Na (% от ЕКО) для солонцового горизонта;

Приложение 4

*Перечень основных показателей химических, физико-химических и биологических свойств почв обследуемого земельного участка сельскохозяйственного назначения для всех природно-сельскохозяйственных зон [95-98]*

Показатели	Методы определения
1	2
<b>Химические свойства</b>	
Органическое вещество	ГОСТ 26213-91 <sup>1</sup>
<i>Валовое содержание питательных веществ:</i>	
азот	ГОСТ 26107-84
фосфор (разовое определение)	ГОСТ 26261-84
калий (разовое определение)	ГОСТ 26261-84
сера (разовое определение)	По Айдиняну окислением бертолетовой солью [10]
кальций (разовое определение)	МУ по определению валового содержания Sg и Ca в почвах [70]
магний (разовое определение)	[10]
<i>Содержание необменного калия по Пчелкину (один раз в 10 лет) [10], подвижные (доступные для растений) формы:</i>	
фосфор	ГОСТ 26207-91 <sup>2</sup> , ГОСТ 26209-91 (для почв Республики Саха (Якутия), ГОСТ 26204-91 <sup>3</sup> , ГОСТ 26205-91 <sup>4</sup> , МУ по определению подвижных форм фосфора и калия в торфяно-болотных почвах [71]
зольность торфа	ГОСТ 11306-83
степень подвижности фосфора в почвах	ГОСТ 10 271-00
калий <sup>5</sup>	ГОСТ 26207-91 <sup>2</sup> , ГОСТ 26209-91 (для почв Республики Саха (Якутия), ГОСТ 26204-91 <sup>3</sup> , ГОСТ 26205-91 <sup>4</sup> , МУ по определению подвижных форм фосфора и калия в торфяно-болотных почвах [71]
степень подвижности калия в почвах	ГОСТ 10 271-00

Приложение 5

*Перечень показателей физических и водно-физических свойств почв обследуемого земельного участка всех природно-сельскохозяйственных зон [95-98]*

Показатели	Методы определения
<b>Физические свойства</b>	
Мощность пахотного горизонта, см	Методом прикопок
Гранулометрический состав (разовое определение)	По Качинскому [17]
Агрегатный состав почвы при сухом просеивании (в пахотном горизонте):	По Саввинову [17]
содержание агрегатов 0,25-10 мм, %	
содержание глыбистой фракции более 10 мм, %	
Водопрочность агрегатов:	По Саввинову [17]
содержание водопрочных агрегатов >0,25 мм в пахотном горизонте, %	
Равновесная плотность, г/см <sup>3</sup> :	
в пахотном горизонте	Методом режущих колец или гамма-скопическим методом (17)
в подпахотном горизонте до 50 см	
<b>Водно-физические свойства</b>	
Водопроницаемость	[17]
Полевая (наименьшая) влагоемкость	Метод заливаемых площадок [17]
Максимальная гигроскопическая влажность и влажность устойчивого завядания (разовое определение) в слое 0-100 см через каждые 10 см	ГОСТ 28268-89



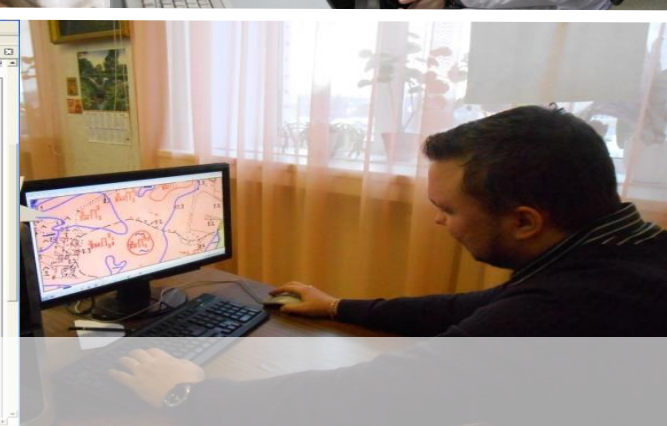
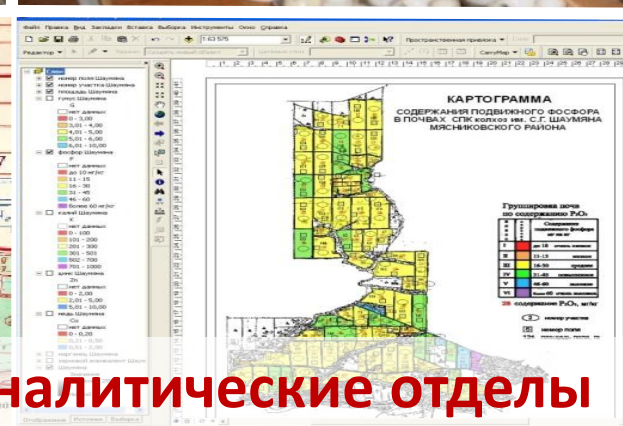
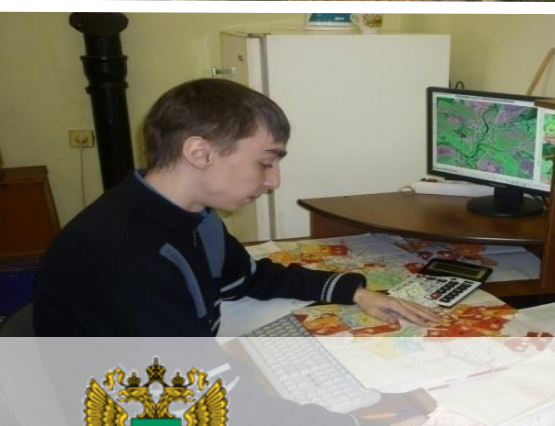
# Агрохимическая служба Минсельхоза России



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

Полевые отряды

Аккредитованные лаборатории



Информационно-аналитические отделы

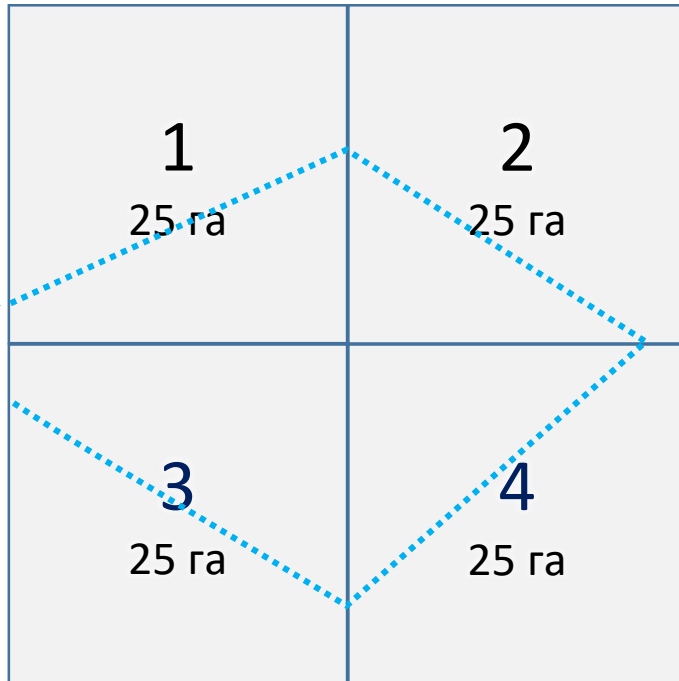


# Агрохимическая служба Минсельхоза России



## Полевой отбор проб при агрохимическом обследовании

Схема элементарных участков  
и маршрутных ходов

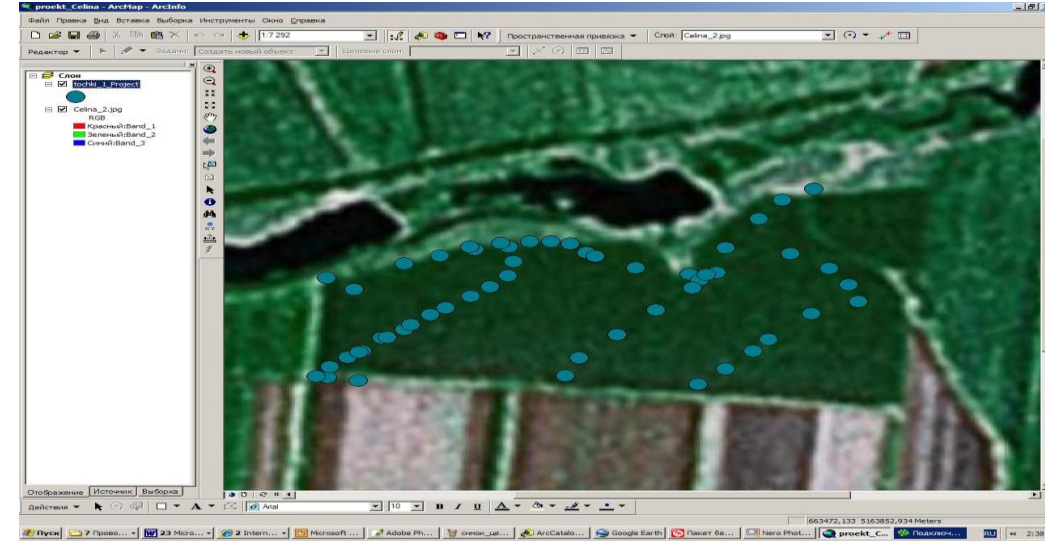


Смешанная проба из 20 индивидуальных уколов в пределах каждого участка

Число  
элементарных участков  
(пробных площадей)  
при средней площади  
элементарного участка  
25 га

пашня – более 3,5 млн. !!!  
(88 291 тыс. га)

управляемые сенокосы и  
пастбища – более 3 млн. !!!  
(81 107 тыс. га)





# ИСПОЛНЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РКИК ООН'92 – Киото протокол'04 – 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)

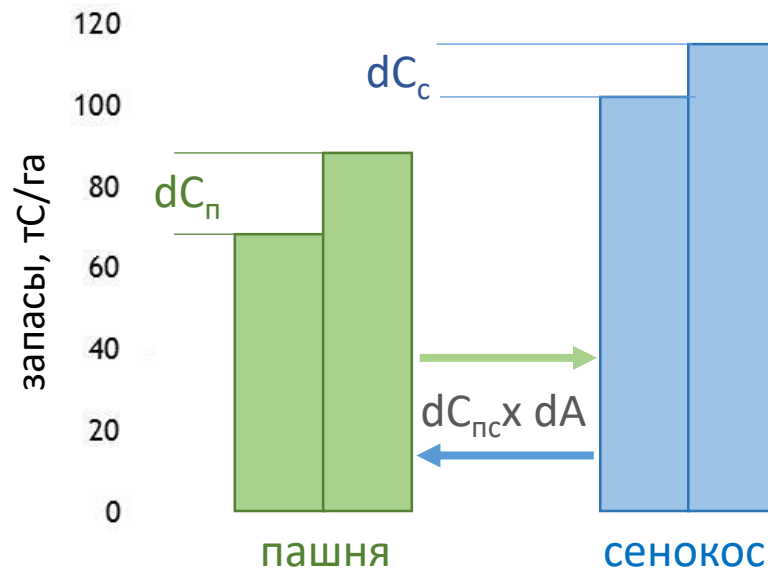
3.

Национальный кадастр  
антропогенных выбросов ...

4.

РКИК ООН

в сельскохозяйственном землепользовании



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

ЗЕМЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 631.4

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

© 2023 г. В. С. Столбовой\*, П. П. Филь\*

\*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия

\*e-mail: vladimir.stolbovoy@gmail.com

Поступила в редакцию 02.02.2023 г.

После доработки 28.03.2023 г.

Принята к публикации 24.04.2023 г.

Почвы и их органическое вещество (ПОВ) признаны главным регулятором глобального цикла углерода. Вместе с тем, результаты расчетов содержания ПОВ не учитываются в формировании задач климатических проектов и остаются невостребованными. Цель исследования – продемонстрировать перспективу анализа содержания ПОВ для планирования и принятия решений в рамках программ, реализуемых в секторе землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства. В исследовании использованы современные цифровые базы почвенных данных, обработанные средствами QGIS. На примере сельскохозяйственных почв Европейской территории России показано, что запасы ПОВ в 0.3-метровом слое базового 1990 г. составляли 7.0 Гт С на пахотных угодьях и 3.1 Гт С на пастбищных землях. Выявлено, что за весь период времени сельскохозяйственного использования содержание ПОВ снизилось на 1.8 Гт С (21% от исходного содержания) на пашнях и на 0.3 Гт С (9% от исходного содержания) на пастбищах. Суммарная потеря ПОВ из 0.3-метрового слоя составила около 2.1 Гт С (около 7.7 Гт CO<sub>2</sub>-экв.), что в пять раз превышает совокупный выброс парниковых газов РФ в 2020 г. Суммарно потери ПОВ из 0.3–1.0 м слоя пашен и пастбищ составили около 1.4 Гт С или 5.2 Гт CO<sub>2</sub>-экв., что достигает почти 70% от потерь поверхностного 0.3-метрового слоя. Предлагается включить более глубокие горизонты сельскохозяйственных почв в национальный стандарт по учету выбросов и поглощения парниковых газов. Показан подход к использованию пространственного распределения ПОВ для предварительного планирования климатических проектов в рамках сектора землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства. Для практической организации проектов поглощения парниковых газов требуются детальные обоснования. Выполненные исследования гармонизированы с требованиями Межправительственной группы экспертов по изменению климата, что подтверждает потенциал использования почв в климатических проектах РФ.

**Ключевые слова:** секвестрация углерода, запасы углерода, управление углеродом, землепользование, изменение землепользования

DOI: 10.31857/S2587556623040143, EDN: TINGKW

ВВЕДЕНИЕ

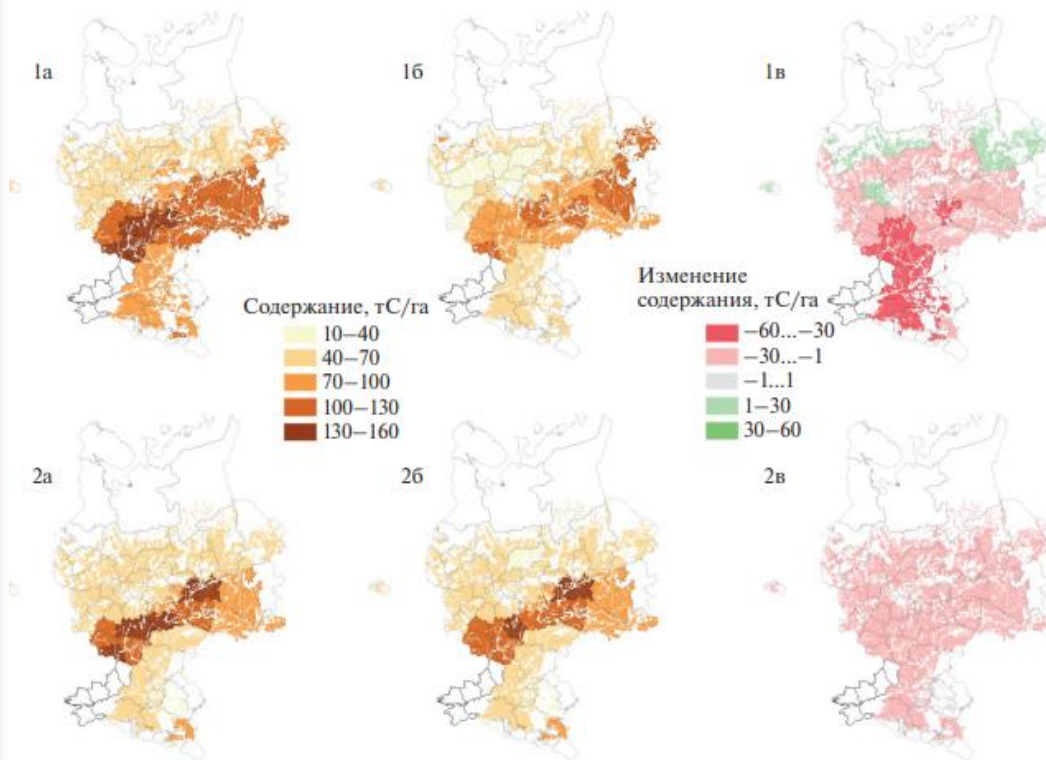
Киотский протокол<sup>1</sup> (Watson et al., 2000) признал квоты<sup>2</sup> на выбросы парниковых газов (ПГ) в качестве нового товара, который может продаваться и покупаться на внутреннем и внешнем

<sup>1</sup> UNFCCC: 1998. Report of the Conference of the Parties on its Third Session, held in Kyoto from 1 to 11 December 1997 / Addendum. Document FCCC/CP.1998/16/Add.1. <http://www.unfccc.de/> (дата обращения 22.03.2023).

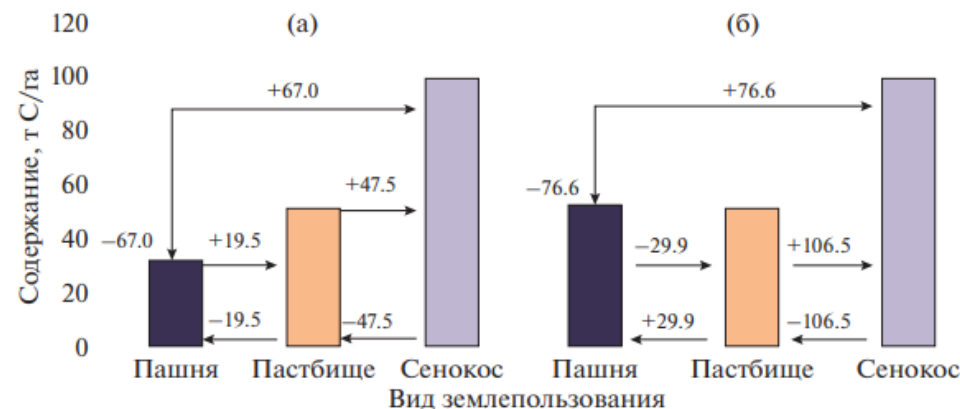
<sup>2</sup> Углеродная квота – норма допустимой эмиссии парниковых газов, которая устанавливается государством для предприятий. Измеряется в тоннах CO<sub>2</sub>-экв. В случае превышения квоты эмитент должен купить, недостающую часть (рынок) или заплатить углеродный налог. [https://nesm-konk.ru/carbon\\_credit/](https://nesm-konk.ru/carbon_credit/) (дата обращения 26.03.2023).

рынках. Протокол сделал легитимными рыночные механизмы для обеспечения наиболее эффективного выполнения взятых государствами обязательств по сокращению выбросов ПГ. В качестве одного из инструментов снижения концентрации ПГ в атмосфере Киотский протокол предусматривает использование землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) (Watson et al., 2000, Статьи 3.3 и 3.4). В разделе Землепользование<sup>3</sup> имеются в виду варианты модификации производства в направ-

<sup>3</sup> Соответствует понятию МГЭИК cropland management – система технологий выращивания сельскохозяйственных культур на землях, отведенных для растениеводства.



**Рис. 2.** Содержание углерода в сельскохозяйственных почвах Европейской территории России: пашни (1а – нативные почвы до сельскохозяйственного освоения, 1б – актуальное, современное содержание в базовый (1990 г.) период времени, 1в – накопленное изменение содержания в результате сельскохозяйственного использования); пастбища (2а – нативные почвы до сельскохозяйственного освоения, 2б – актуальное, современное содержание в базовый (1990 г.) период времени, 2в – накопленное изменение содержания в результате сельскохозяйственного использования).



**Рис. 4.** Влияние изменения (трансформации) видов сельскохозяйственного землепользования на содержание ПОВ в слое 0.3 м: (а) Владимирская область, (б) Рязанская область.

# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ

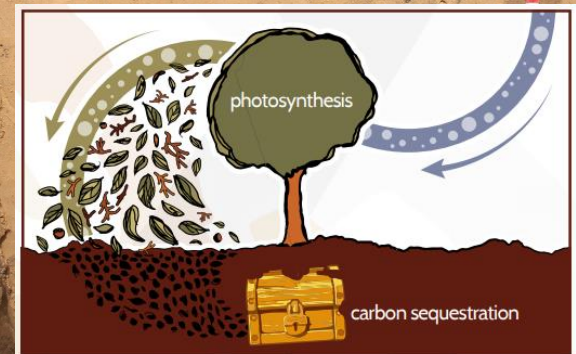
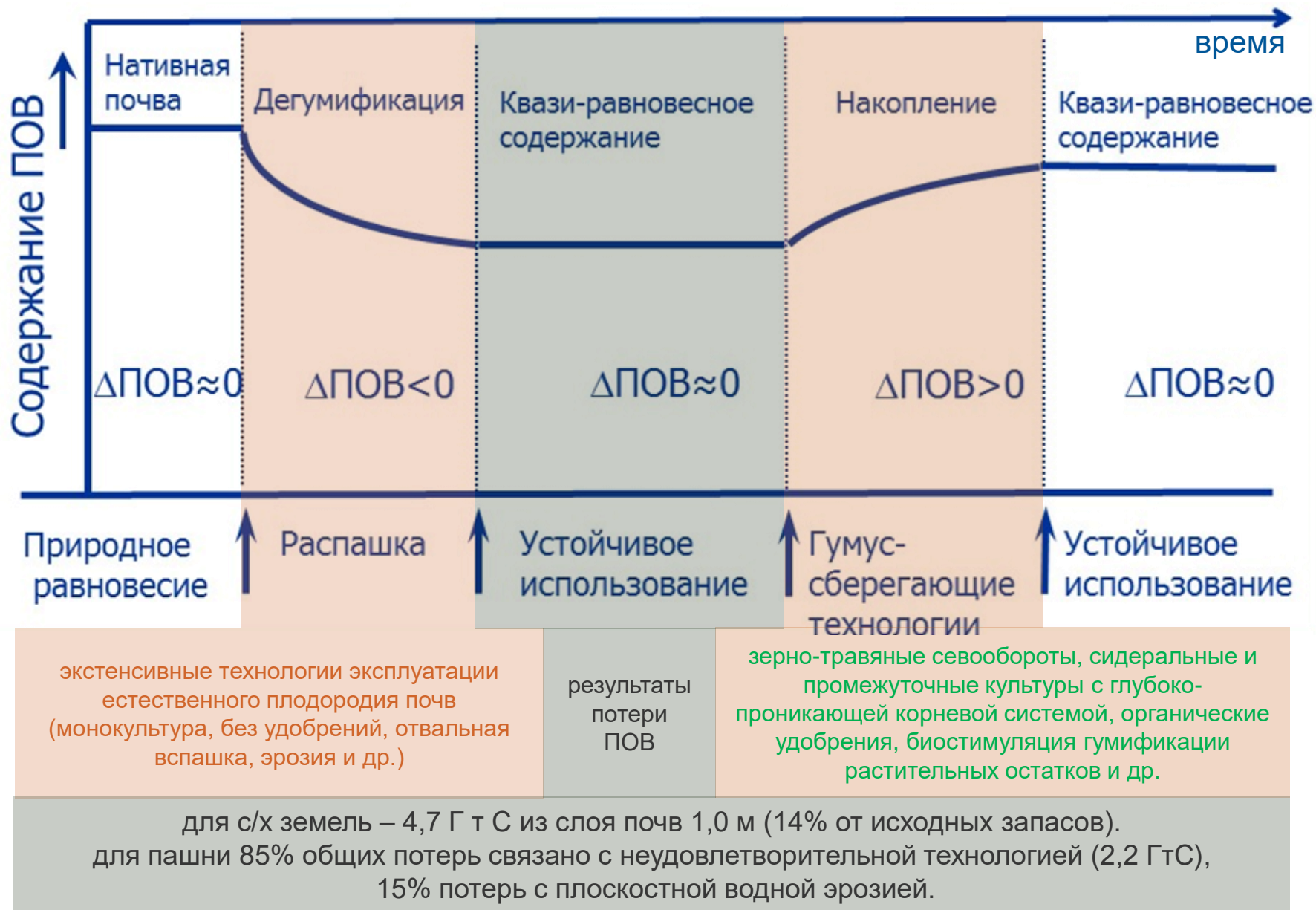


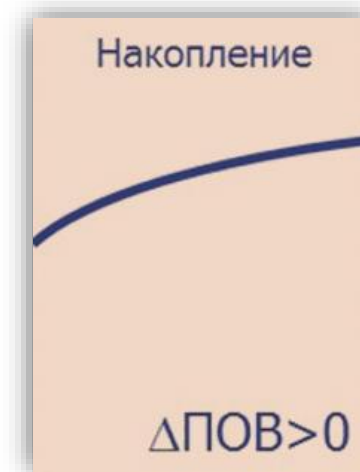
FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK



Темпы секвестрации углерода в пахотном слое почв при разных практиках земледелия не превышают 1 тС/га в год [118].

За 20-лет такие темпы соответствуют увеличению содержания углерода в пахотном горизонте почв средней плотностью 1,3 г/см<sup>3</sup> всего **на 0,5%**.

Эта предельно малая величина, достоверность оценки которой предъявляет высокие требования к методике проведения почвенного опробования, пробоподготовки и аналитических работ.



на фоне пространственной и сезонной изменчивости запасов С и его аналитических ошибок их определения

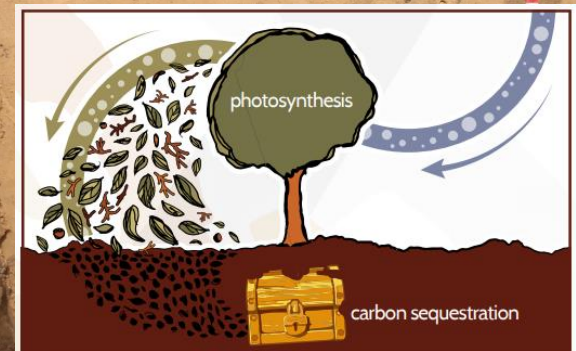


FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK

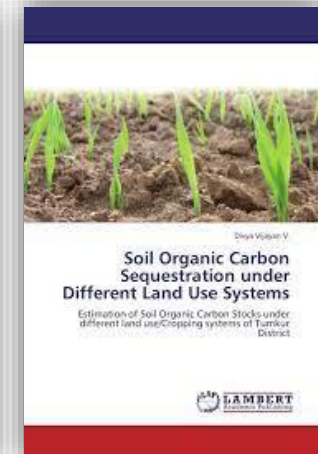
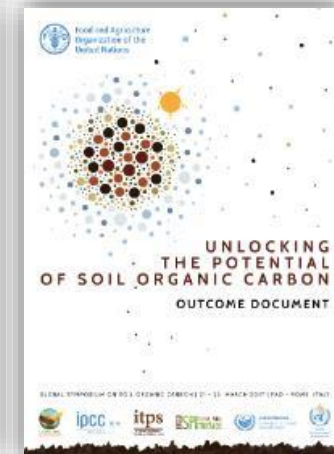
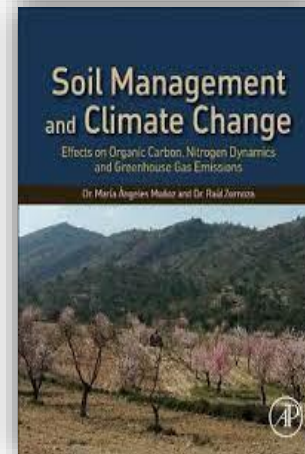
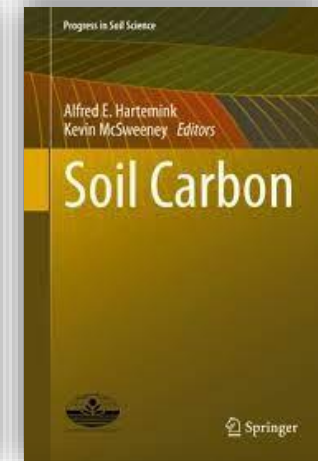
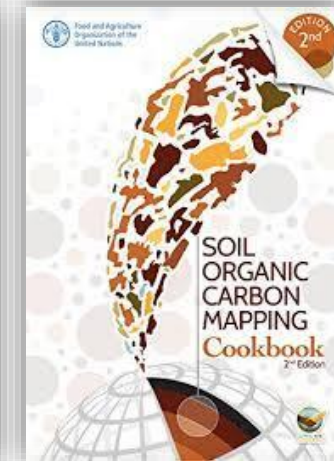
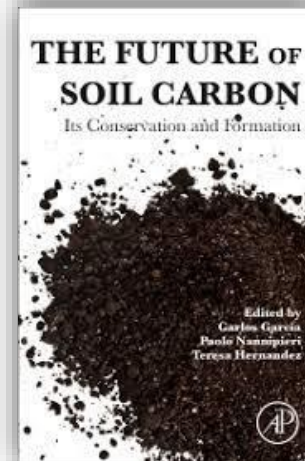
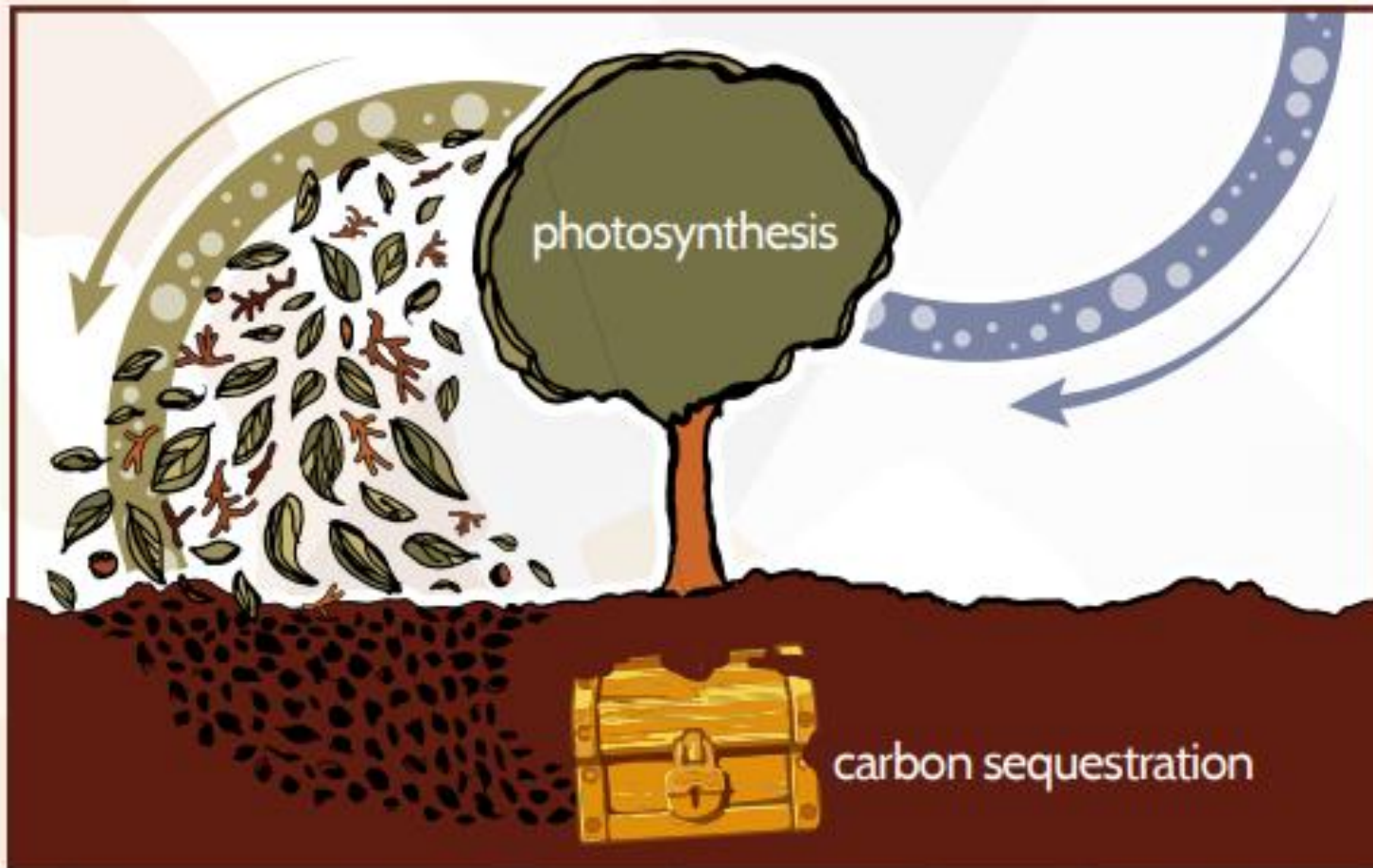
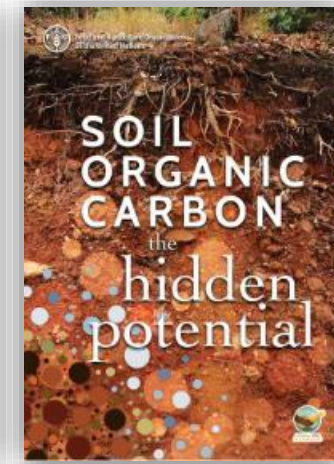
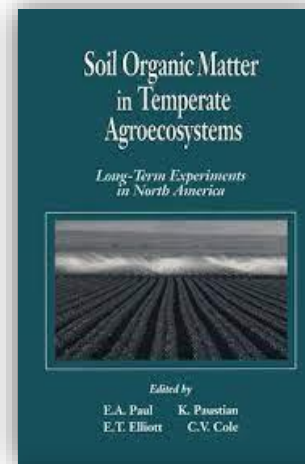
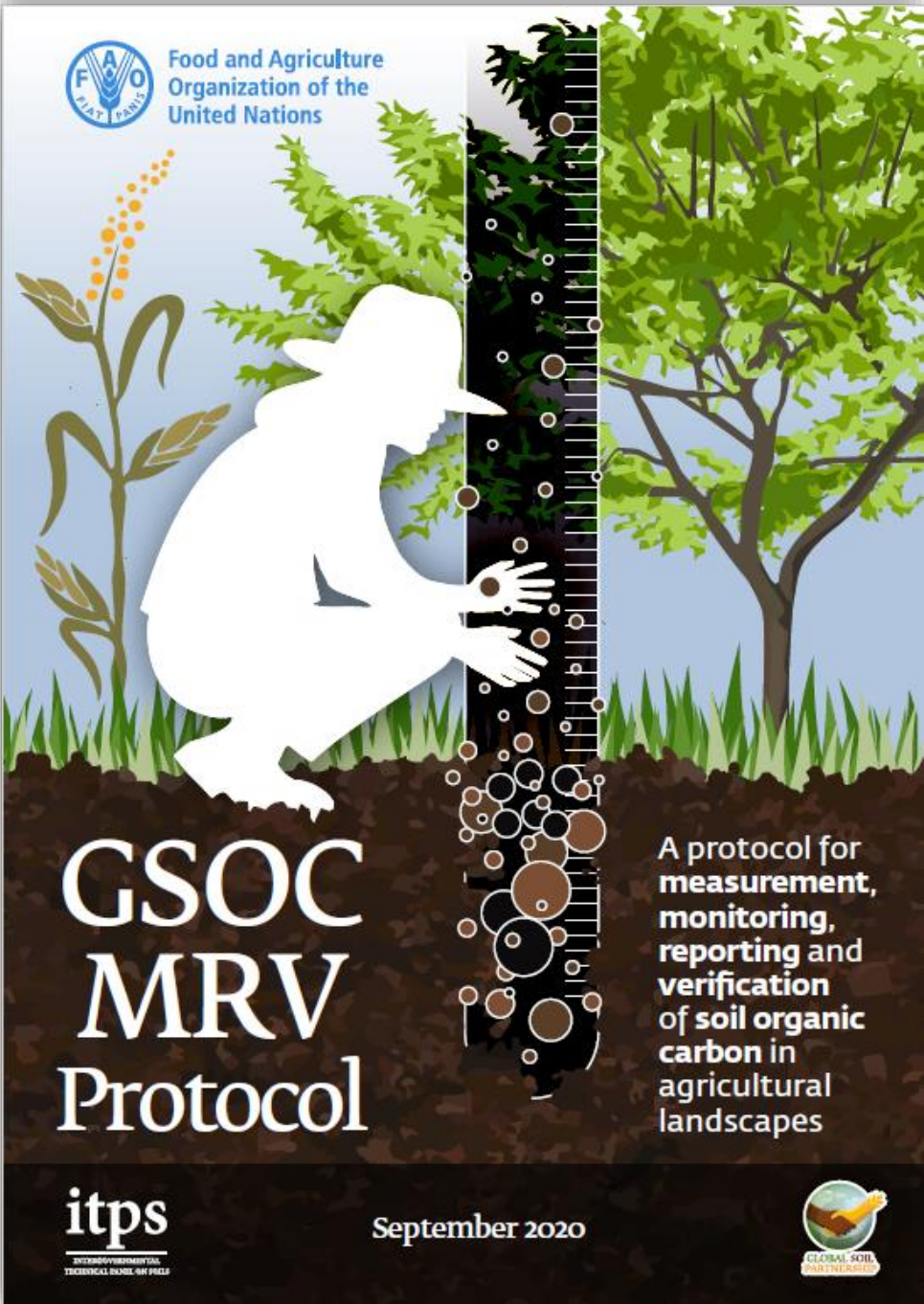


FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK





Предназначен для стандартизации измерений, формирования отчетности и верификации изменений запасов органического углерода почв при реализации аграрных проектов в рамках отдельного хозяйства:

- минимальный срок реализации проекта 8 лет
- измерения пулов углерода (содержание и объемная плотность) в начале реализации проекта и каждые 4 года
- оценка выбросов по методике МГЭИК (2019)
- моделирование запасов органического углерода
- регулярная отчетность



прямой посев



севооборот



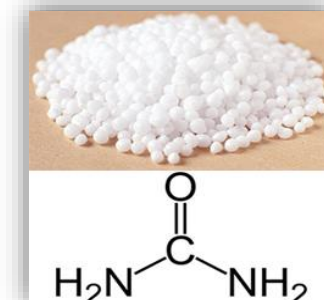
многолетние травы



сидераты



органические  
удобрения



минеральные  
удобрения



биопрепараты  
гумификации



борьба с  
уплотнением почв

## SOIL SAMPLING PROTOCOL TO CERTIFY THE CHANGES OF ORGANIC CARBON STOCK IN MINERAL SOIL OF THE EUROPEAN UNION

Version 2

Vladimir Stolbovoy, Luca Montanarella, Nicola Filippi, Arwyn Jones, Javier Gallego\* and Giacomo Grassi

Institute for Environment and Sustainability,

\*Institute for the Protection and the Security of the Citizen

2007

EUR 21576 EN/2

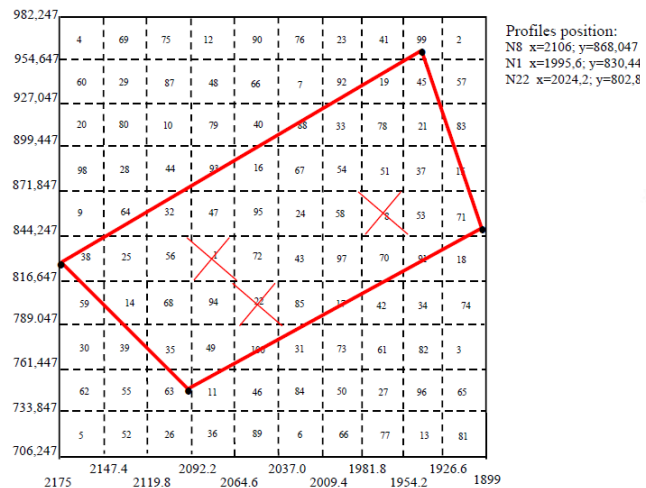


Figure 3. Adaptation of the template to the cropland plot and soil profiles positioning (red crosses).

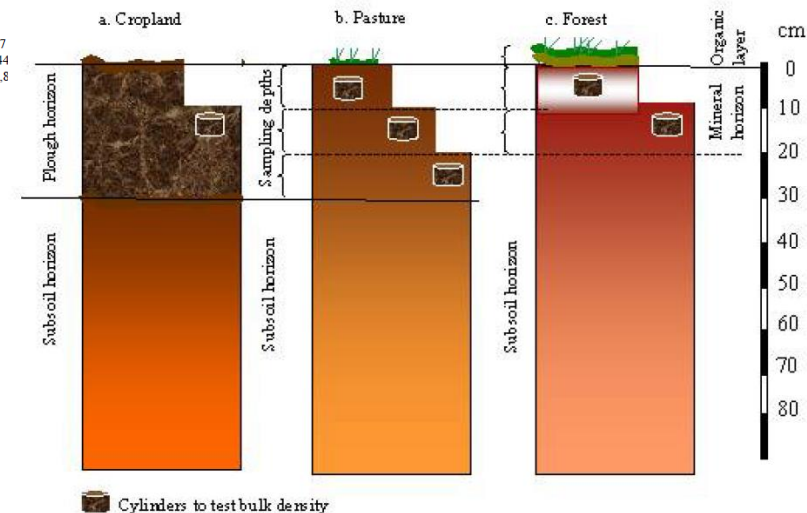


Figure 3. Principal structure and the scheme of soil profile sampling

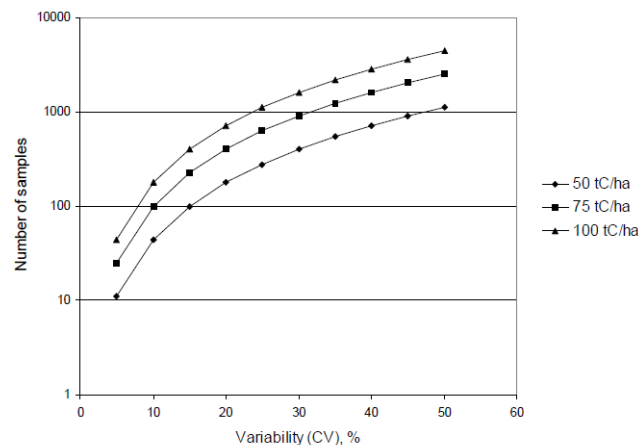


Figure 7. Number of samples for simple random sampling depending on the SOC variability and the average SOC (minimum detectable changes of 1.5 tC/ha, 95% confidence).

Table 9. The laboratory costs of carbon detection. Conditions: the average carbon change is 6 tC for the 4 ha plot; the laboratory price of the carbon determination is in the range €6-16 per sample.

Land cover	Conventional (IPCC, 2003)			Area-Frame Randomized Soil Sampling		
	Variability, %	Number of samples	Cost per tC	Variability, %	Number of samples	Cost per tC
Cropland	9	241	241-643	n.a.*	3	3-8
Pasture	15	675	675-1800	n.a.	3	3-8
Forest	23	1587	1587-4232	n.a.	6	6-16

\*n.a. = not applicable

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2023-114-5-28



**Ссылки для цитирования:**

Когут Б.М., Милановский Е.Ю., Хаматнуров Ш.А. О методах определения содержания органического углерода в почвах (критический обзор) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 114. С. 5-28. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-114-5-28

**Cite this article as:**

Kogut B.M., Milanovsky E.Yu., Hamatnurov Sh.A., Methods for determining the organic carbon content in soils (critical review), Dokuchaev Soil Bulletin, 2023, V. 114, pp. 5-28, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-114-5-28

**Благодарность:**

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения “Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджета углерода в лесах и других наземных экологических системах” (рег. № 123030300031-6).

**Acknowledgments:**

The work has been carried out within the framework of the most important innovative state project “Development of the system of ground-based and remote monitoring of carbon pools and greenhouse gas fluxes on the territory of the Russian Federation, providing for the creation of a system of accounting data on the fluxes of climatically active substances and the carbon budget in forests and other terrestrial ecological systems” (registration No. 123030300031-6).

## О методах определения содержания органического углерода в почвах (критический обзор)

© 2023 г. Б. М. Когут<sup>1\*</sup>, Е. Ю. Милановский<sup>2</sup>, Ш. А. Хаматнуров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2, \*e-mail: [kogutb@mail.ru](mailto:kogutb@mail.ru)



## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

### ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ И ЗАПАСОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

© 2023 г. Н. Б. Хитров<sup>\*†</sup> (ORCID: 0000-0001-5151-5109), Д. А. Никитин<sup>†</sup> (ORCID: 0000-0002-8533-6536), Е. А. Иванова<sup>†</sup> (ORCID: 0000-0003-1589-9875), М. В. Семенов<sup>†</sup> (ORCID: 0000-0001-6811-5793)

<sup>†</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., 7, стр. 2, Москва, 119017 Россия

\*e-mail: [khitrovnb@gmail.com](mailto:khitrovnb@gmail.com)

Поступила в редакцию 04.05.2023 г.

После доработки 16.07.2023 г.

Принята к публикации 17.07.2023 г.

Цель аналитического обзора – систематизировать сведения о количественных характеристиках изменчивости содержания и запаса органического углерода ( $C_{org}$ ) в почвах. Рассмотрены оценки правильности и воспроизводимости определения содержания  $C_{org}$ , пространственной вариабельности и неоднородности  $C_{org}$  на разных уровнях строения почвенного покрова, изменения во времени. Показано, что пространственная составляющая является самым мощным фактором изменчивости  $C_{org}$  в почвах. Выявлен тренд увеличения абсолютного стандартного отклонения и коэффициента вариации содержания и запаса  $C_{org}$  в почве по мере увеличения логарифма площади исследуемого участка. Он проявляется на фоне широкого разброса значений показателей пространственного варьирования в каждом узком диапазоне изменения площади участка. Это приводит к высокой неопределенности оценок по мере увеличения охвата территории. Среди используемых методов определения содержания  $C_{org}$  предпочтительным считается прямой метод сухого сжигания. Он позволяет получать правильные (т.е. с наименьшими систематическими отклонениями) и хорошо воспроизводимые данные. Косвенные методы Тюрина и Walkley-Black систематически занижают содержание  $C_{org}$  и имеют воспроизводимость, сопоставимую с амплитудой сезонной динамики и с минимальными значениями характеристик пространственного варьирования в пределах элементарного почвенного ареала. Для получения оценок многолетнего тренда изменения  $C_{org}$  требуется строгое соблюдение жестких условий мониторинга на интервалах времени более 15 лет. Запас  $C_{org}$  варьирует в пространстве сильнее, чем содержание  $C_{org}$ , что еще больше повышает требования к мониторингу.

**Ключевые слова:** органический углерод почвы, аналитическая воспроизводимость результатов, пространственное варьирование, сезонная динамика, многолетний тренд

DOI: 10.31857/S0032180X23600841, EDN: DQYRHW

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема глобального изменения климата Земли тесно связана с исследованием цикла углерода в почвах [118, 119]. Многие почвенные процессы напрямую связаны с динамикой соединений углерода. В почвах осуществляются процессы разложения, трансформации и минерализации поступающего в них органического вещества (ОВ) из биоценоза или в результате хозяйственной деятельности человека, растворение и формирование карбонатных минералов, выделение в атмосферу углекислого газа, образовавшегося в результате дыхания корней растений, почвенной фауны, микроорганизмов. Также в почве происходит минерализация ОВ, миграция с почвенными растворами в грунтовые воды ионов

$CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ , растворенных органических, органических и минеральных веществ и углекислого газа.

В состав ОВ почвы входят растительные остатки и животные останки разной степени разложения, неспецифические ОВ индивидуальной природы (лигнин, белки, углеводы, липиды, воски, смолы, нуклеиновые кислоты и прочие), гумус, органоминеральные соединения. ОВ является ключевым компонентом почвы, влияющим на ее физические, химические и биологические свойства, определяя ее плодородие, урожайность сельскохозяйственных культур и экологическое функционирование [42]. Содержание и формы органического углерода ( $C_{org}$ ) являются результатом взаимодействия таких экосистемных процессов, как фотосинтез, дыхание, разложение, трансформация и минерализация ОВ [44, 88].

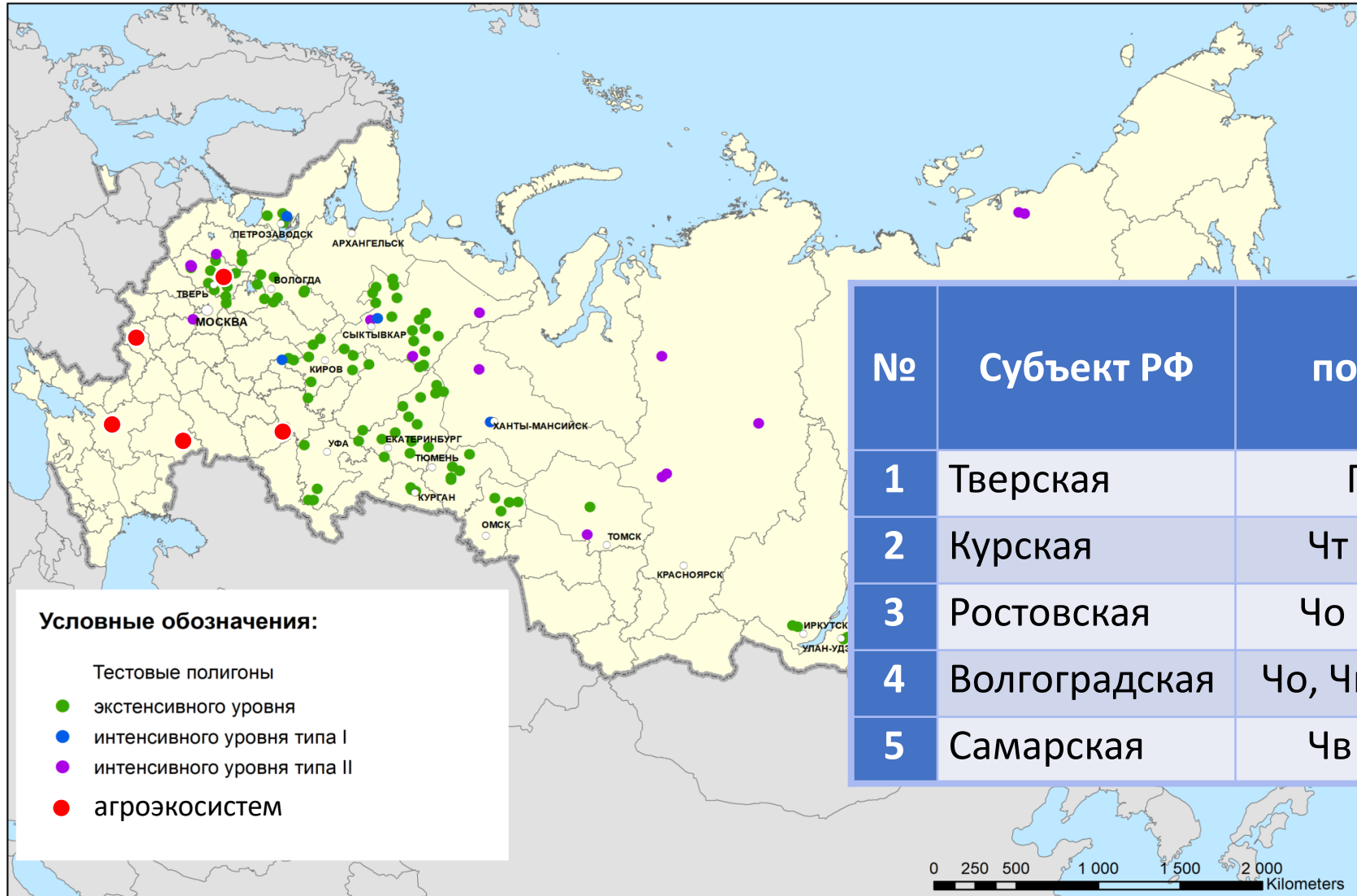
# ВИП ГЗ "ЕДИНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ"

## НОЦ «Углерод в экосистемах: мониторинг»

сеть мониторинг:

2024 г. — 259 полигонов

2030 г. — 1329 полигонов



№	Субъект РФ	почвы	площадь ок, шт.	образцов, шт.	
				С орг	плот- ность
1	Тверская	Пд	13	1170	780
2	Курская	Чт и Чв	9	315	189
3	Ростовская	Чо и Чю	7	951	240
4	Волгоградская	Чо, Чю и Кш	7	351	212
5	Самарская	Чв и Чт	10	1264	310

# ПРОТОКОЛ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПОЧВ

- лаборатории биологии и биохимии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева
- межгосударственного стандарта ГОСТ 26213-2021 и ГОСТ ISO 11464-2015
- протокол MRV (FAO, 2019)

Пропись пробоподготовки почвы:

1. тщательно перемешивают всю массу образца почвы (300 г.), аккуратно раздавливают резиновым пестиком комки, и распределяют ее тонким слоем на поддоне, который не будет влиять на состав анализируемой почвы. Весь почвенный материал пропускают через сито 2 мм.
2. почвенную массу делят на 4 примерно равные части. Из каждой части отбирают пробы. Повторяют циклично данную процедуру до получения требуемого количества почвы: сначала до массы 100 г, затем до массы 20 г, и далее до окончательной пробы - 6 г
3. из пропущенной через сито пробы удаляют пинцетом видимые невооруженным глазом органические остатки (неразложившиеся корни, растительные остатки и т.п.), растирают почву и пропускают через сито 0.25 мм.

# АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА



Рис. 1. Государственные стандартные образцы СП-1 (Курский чернозем) и СП-2 (Московская дерново-подзолистая почва)



Рис. 2. Анализатор углерода Метавак CS-30

Рекомендованы следующие режимы сжигания оптимальной навески почвы ( $\approx 500$  мг): температура –  $1000$  °С, время – 3-4 мин. Производительность автоматического анализатора составила 100 анализов в рабочую смену. Проведена калибровка прибора с помощью двух государственных стандартных образцов почвенных масс, ранее созданных и аттестованных в Почвенном институте им. В.В.Докучаева

Табл.3 Метрологические характеристики содержания органического углерода в государственных стандартных образцах (ГСО) почвенных масс

Наименование образца	Аттестованные значения ГСО – массовая доля компонента, %	Абсолютная погрешность аттестованного значения ГСО при $P=0,95\%$
СП-1, ООКО152	3,6	0,2
СП-2, ООКО153	0,55	0,07

Табл. 4 Содержания органического углерода в ГСО почвенных масс, определенные на анализаторе углерода Метавак CS-30

Наименование образца	Массовая доля компонента, %	Абсолютная погрешность измеренного значения, при $P=0,95\%$
СП-1, ООКО152	3,665	0,015
СП-2, ООКО153	0,565	0,006

# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ РОССИИ

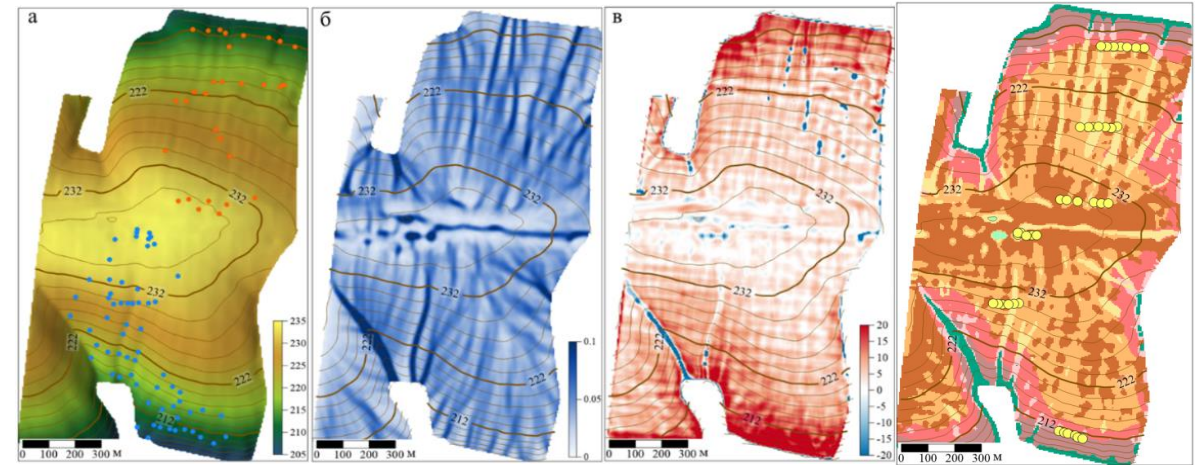
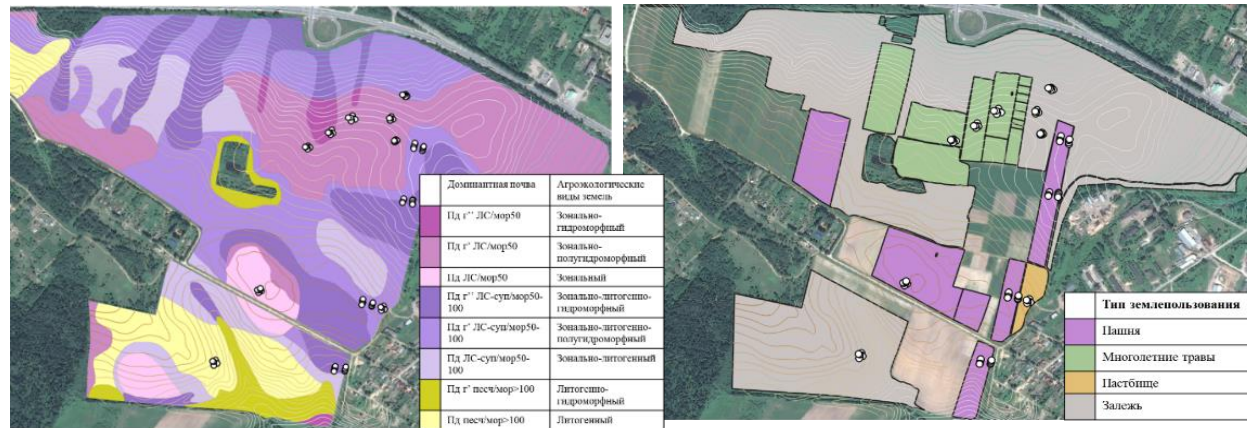
## апробация регламента отбора образцов в разном режиме сельскохозяйственного использования (пашня–сенокос–пастбище–залежь)

в ареале дерново-подзолистых почв на тестовом полигоне «Эммаус» Всероссийского НИИ мелиорируемых земель – филиала ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева (Тверская область, 19-21.10.2022 г.)

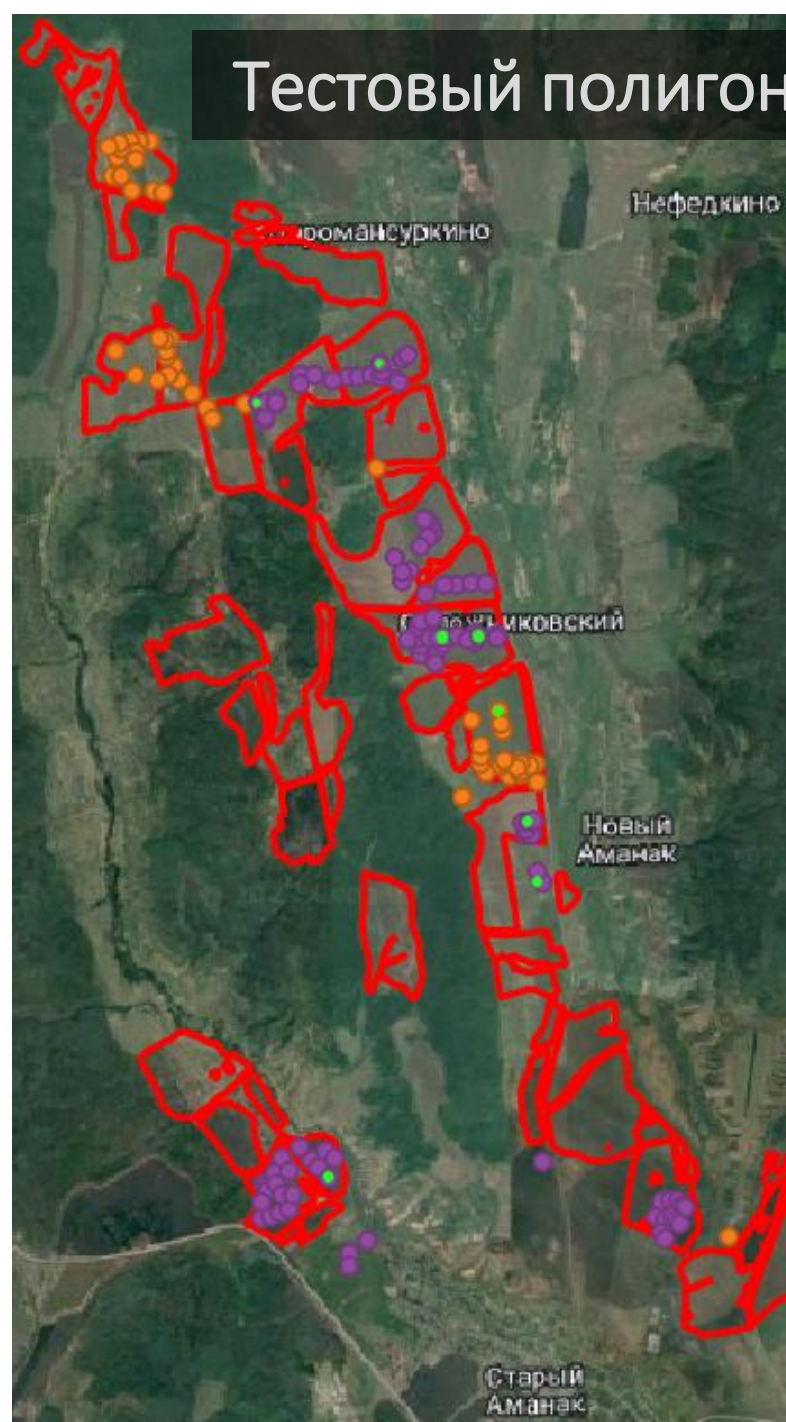
126 точек, 156 образцов на плотность, 621 образец на углерод

в ареале черноземных почв на тестовом полигоне Института Географии РАН (Курская область, 04-07.11.2022 г.)

54 точки, 300 образцов на плотность, 540 образцов на углерод



# Тестовый полигон «Орловка» в Самарской области



1264 на Сорг  
310 на плотность



- точки описаний (июль)
- точки описаний (сентябрь-октябрь)
- положение тестовых площадок

выбор положения площадки мониторинга с зональной почвой



- △ картировочная точка
- тестовая площадка



- точка с полным описанием почв и опробованием на С и плотность
- точка с кратким описанием почв и опробованием на С



# Тестовый полигон «Персиановка» в Ростовской области

## Участок КФХ «Мокриков В.И.»: no-till и «классика»

Встреча с руководителем КФХ



Отбор образцов на площадке в КФХ



## Участок Персиановская Заповедная степь и Учхоз ДонГАУ: 4 площадки

Всего 952  
образца  
почвы на  
Сорг и 240  
на плотность

Персиановская заповедная степь



Отбор образцов на площадке учхоза ДонГАУ



Верхнегрушевый

Персиановский

# Which method to choose for measurement of organic and inorganic carbon content in carbonate-rich soils? Advantages and disadvantages of dry and wet chemistry

E.V. Shamrikova, E.V. Vanchikova, E.I. Lu-Lyan-Min, O.S. Kubik, E.V. Zhangurov

Show more

Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107151>

Get rights and content

## Abstract

The pedosphere is an essential reservoir of carbon represented by organic (SOC) and inorganic (SIC) forms. Various methods are used worldwide to measure SOC and SIC. The trend towards globalization of data on soils requires having the accumulated information harmonized. Global soil databases are crucial for inventory and mapping, modeling and forecasting, monitoring and rational use of soil resources.

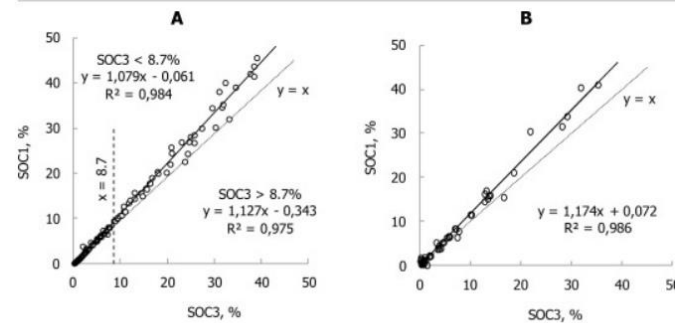
This study compared the six most common methods for measuring carbon in soils on calcareous rocks. Standard soil samples and soils of the Polar Urals with a variation in CaCO<sub>3</sub> (0–100%) and SOC (0–40%) were selected as research targets.

The loss-on-ignition (LOI) method (T=550°C) overestimates SOC. It is explained by the fact that the SOC to SOM conversion factor of 1.724 seems inadequate. The soils under study demand a coefficient of 2.326. The second reason is the presence of thermolabile mineral components in soils, as well as adsorbed and chemically bound water. For soils with a carbonate content of 0–100% and SOC < 8.7%, harmonized results of SOC measurements may be obtained on the analyzer and by the dichromatometric method (Walkley-Black) only with conversion factors applied (1.3). At a higher SOC (8.7–40%) content, soils in the area under study require a reduced coefficient of 1.18.

The measurement results of SIC within the range of 3.2–12% (CaCO<sub>3</sub> 27–100%) obtained by LOI methods (T=800°C) and with a calcimeter are identical with SOC < 16%. The presence of CaCO<sub>3</sub> does not inhibit the use of the dichromatometric method (Walkley-Black, Tyurin) to measure SOC.

The reliability of carbon content measurement methods for soils was determined both by the specific composition of the soil and by the accuracy of the method itself. To facilitate future application of the methodology, guidelines were proposed to use methods for quantitative assessment of SOC and SIC.

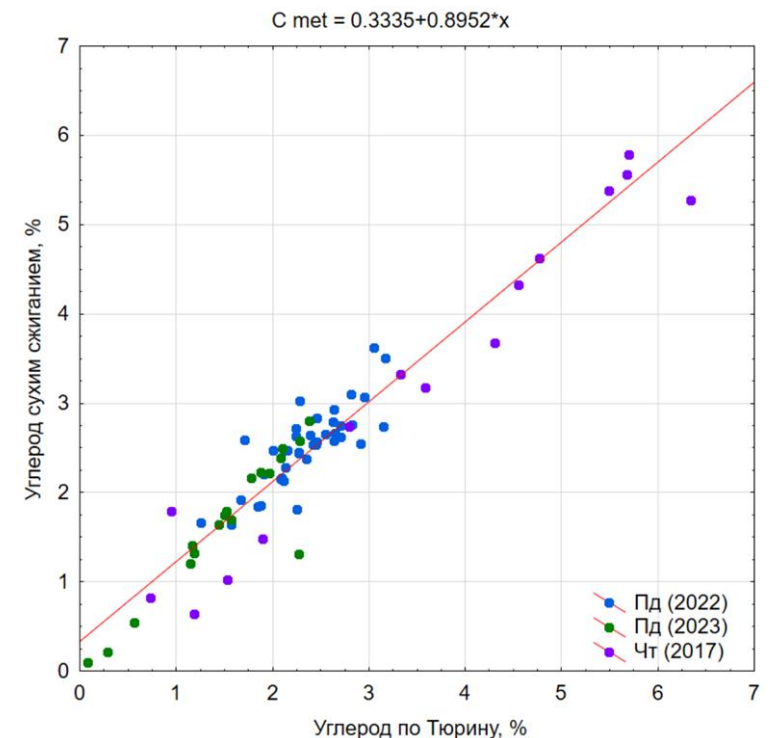
Non-carbonate soils with SOC<sub>3</sub> ≤ 8.7% (see Section 2.2.3) displayed close correlation between SOC<sub>1</sub> and SOC<sub>3</sub> (R<sup>2</sup>=0.984, p=0.000, Fig. 1A). The relationship equation  $y = 1.08x - 0.06$  justified introduction of the conversion factor 1.3, which takes into account the incomplete oxidation of organic matter by a chromium mixture (FAO, 2020b), into the SOC<sub>3</sub> calculation formula. For most soils with SOC<sub>3</sub> ≤ 8.7%, the relative discrepancy between SOC<sub>1</sub> and SOC<sub>3</sub> does not exceed ±20% (Fig. 2A). Whereby closer to the organic carbon measurement limit, the discrepancy displays both positive and negative values.



Download : [Download high-res image \(162KB\)](#)

Download : [Download full-size image](#)

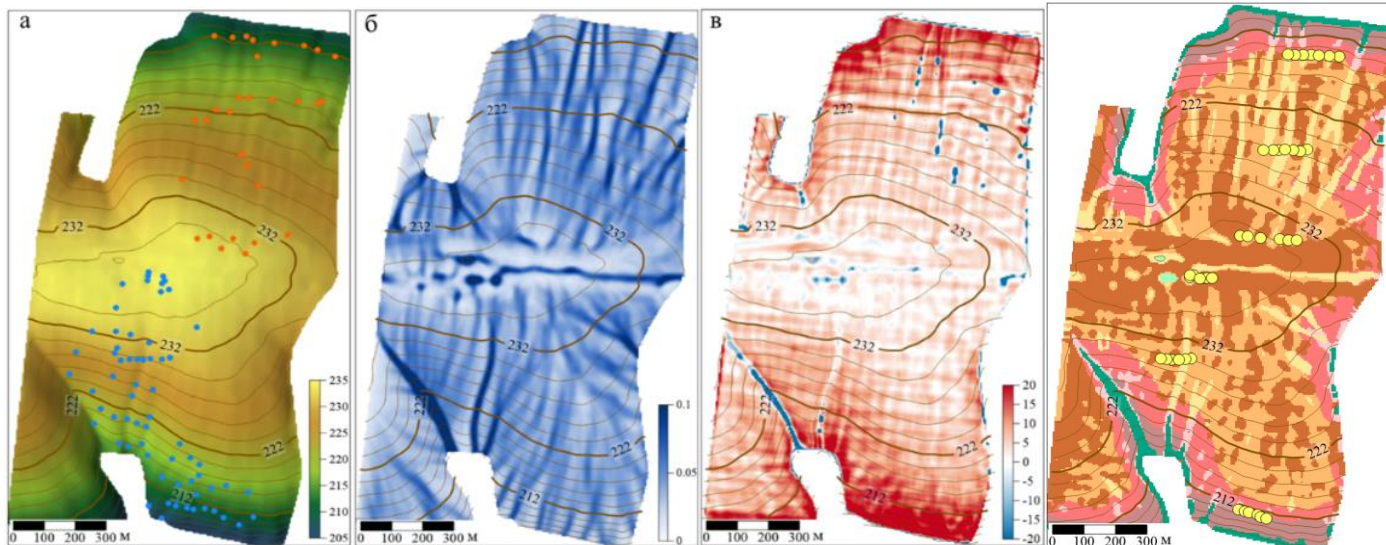
Fig. 1. Comparison between SOC determined by Walkley-Black (SOC<sub>3</sub>) and analyzer (SOC<sub>1</sub>, SIC<sub>1</sub>=0) (A) or analyzer and calcimeter (SOC<sub>1</sub>=TC – SIC<sub>1</sub>) (B).



# апробация регламента отбора образцов в разном режиме сельскохозяйственного использования (пашня–сенокос–пастбище–залежь)

в ареале черноземных почв (Курская область, 04-07.11.2022 г.)

54 точки, 300 образцов на плотность, 540 образцов на углерод



цифровая модель рельефа  
с разрешением 5м,

расчетный сток по  
модели SIMWE (м);

расчетная интенсивность  
эрозии по модели  
Watem/Sedem

почвенная карта на уровне ЭПА:  
1 – чернозем типичный карбонатный, 2 –  
чернозем типичный, 3 – чернозем  
выщелоченный, 4 – лугово-черноземная, 5 –  
чернозем типичный карбонатный смытый, 6 –  
чернозем типичный смытый,  
7 – чернозем выщелоченный смытый,  
8 – лугово-черноземная смыто-намытая.



М. И. ФИШМАН

## ЗАПАСЫ ГУМУСА В МИКРОКОМБИНАЦИЯХ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Для сравнения запасов гумуса в почвах различных элементов микро- и мезорельефа предлагается использовать относительный показатель — «коэффициент дифференциации запасов гумуса», который может служить для установления степени контрастности почв и определенных структур почвенного покрова. Учет и сравнение запасов гумуса дают важные критерии для агропроизводственной группировки почв и земель.

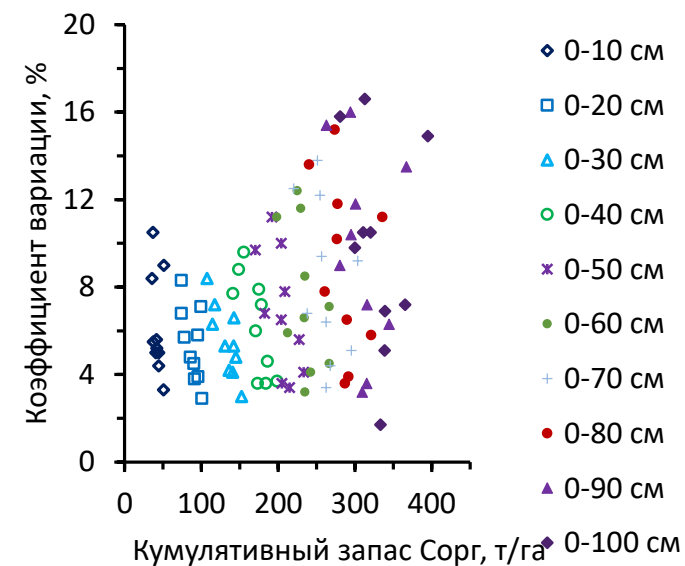
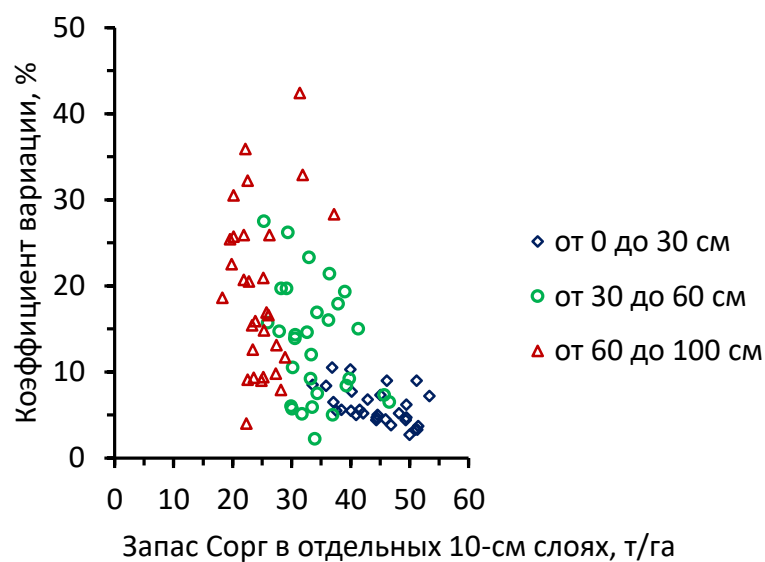
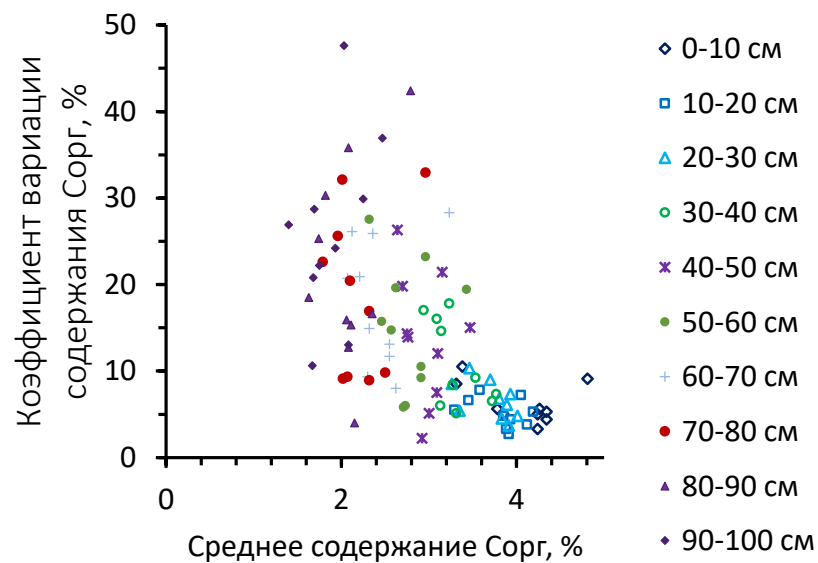
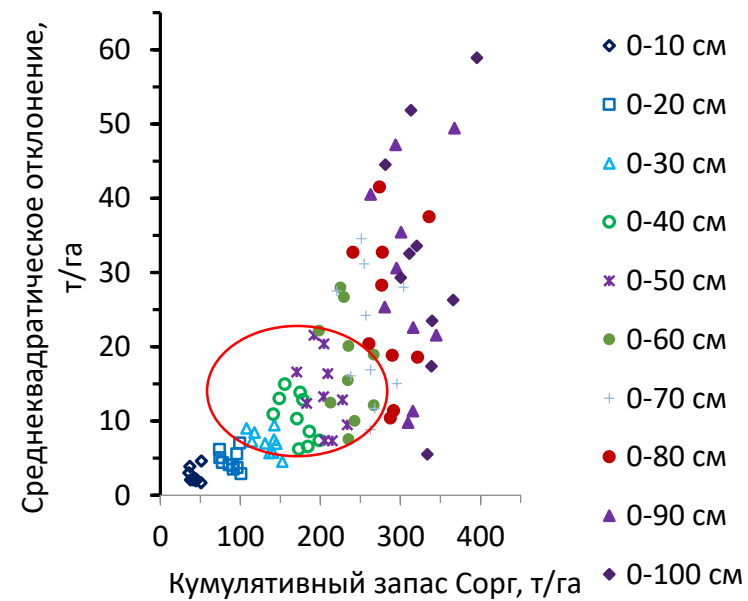
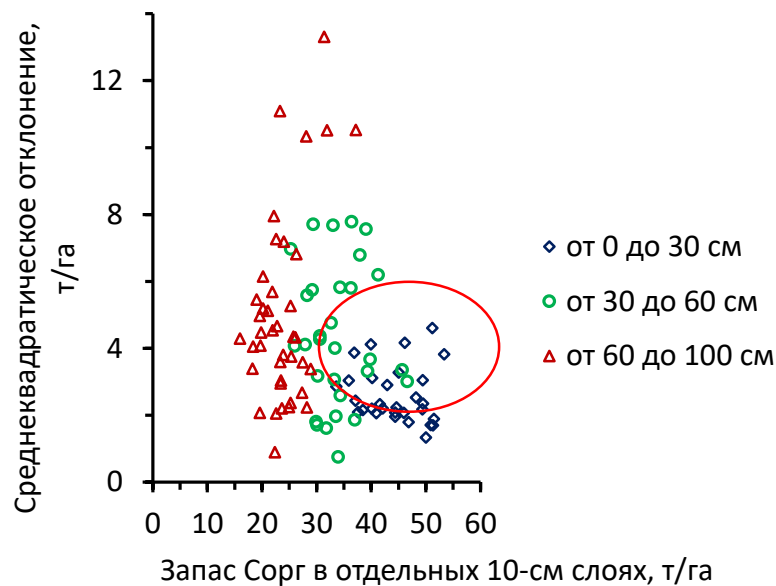
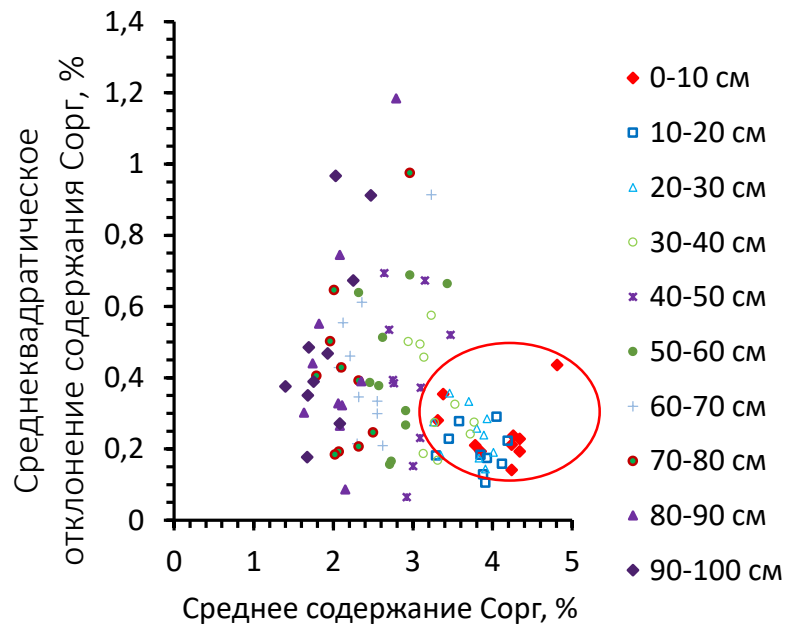
В 1963—1965 гг. на территории Курской сельскохозяйственной опытной станции и на землях колхоза «Большевик», расположенного рядом с Центрально-черноземным заповедником, проведено изучение распределения запасов гумуса в пахотных почвах на различных элементах рельефа лесостепных межбалочных водоразделов с целью разработки критериев агропроизводственной группировки земель<sup>1</sup>.

Для исследованной территории характерны сложные комбинации почвенного покрова, степень контрастности которых и процентное участие слагающих их компонентов зависит от условий рельефа, а также от степени эродированности, выщелоченности и перерывности почв. Проведя крупномасштабное почвенное картирование и перерывности почв. Применяли метод профильных ходов и ключевых площадок, а также способ подсчета площадей, предложенный Дмитриевым [7].

Заложенный почвенно-геоморфологический профиль пересекал с севера на юг водораздел между двумя балками. На каждом элементе мезорельефа располагались ключевые площадки. В пределах площадки к основным формам микро-рельефа были приурочены почвенные разрезы, в которых проведено морфологическое описание, определены объемный вес почв и взяты образцы для аналитической обработки. Определение объемного веса проводили послойно через каждые 10 см содержание гумуса в почвах определяли по методу Тюрина послойно различий, обнаруженных при изучении разрезов, из буровых скважин, (0—20 см) и подпахотного (20—40 см) слоев были отобраны средние (смешанные из десяти проб) образцы. Частичное перемешивание пахотного слоя и внесенные в него органические удобрения не позволили сравнивать относящиеся к нему аналитические данные. В подпахотном и несмешанными образцами почв, развитых на сходных элементах микро-рельефа, не превышает 10%, что вполне допустимо для картографически неделимой и однородной систематической единицы почвенного покрова при современных методах исследования [3].

<sup>1</sup> Работа проведена под руководством В. М. Фридриха.

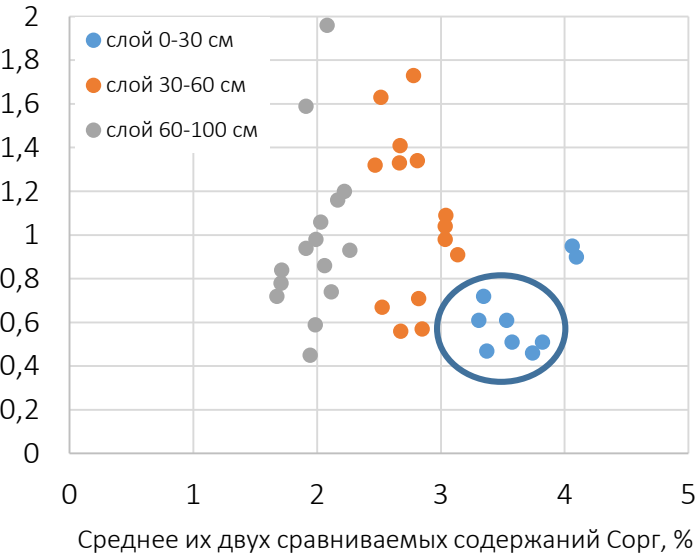
## 4. Варьирование содержания и запасов углерода в почвах



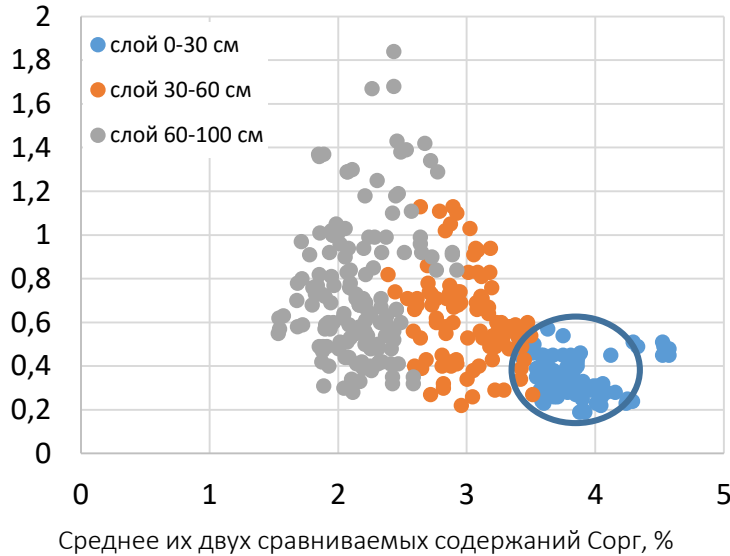
## 5. Наименьшая значимая разница содержания и запасов углерода в почвах двух катен $\approx$ двух сроков измерений

Наименьшая значимая  
разность содержания Сорг, %  
(абсолютные значения)

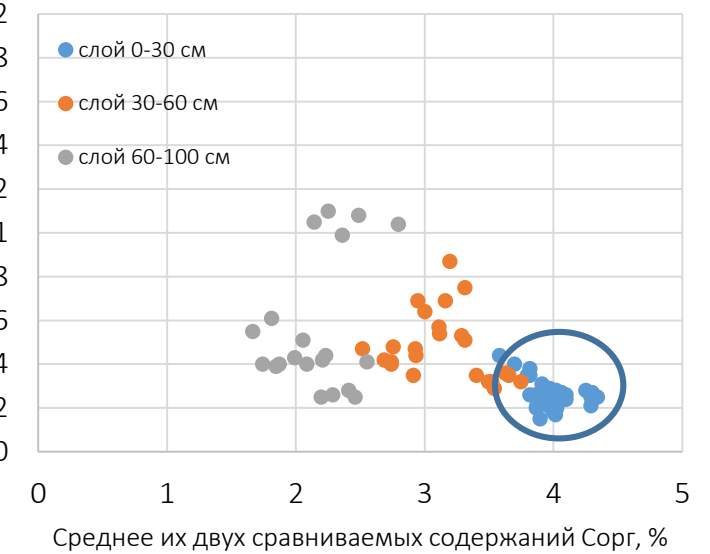
Число степеней свободы менее 6



Число степеней свободы от 6 до 9

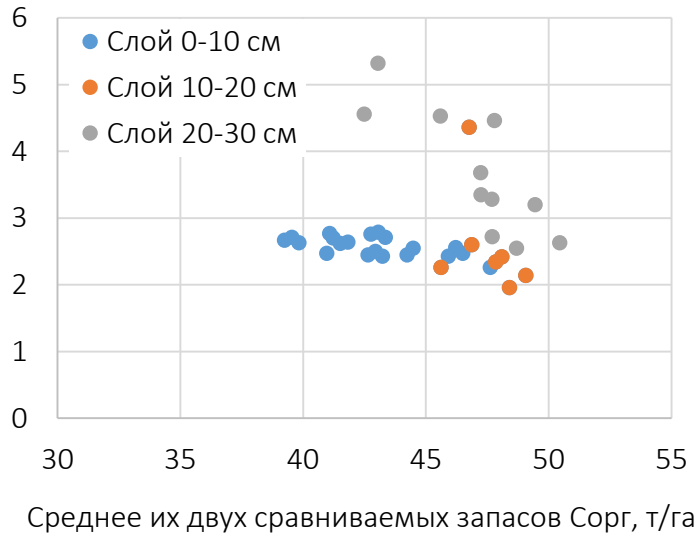


Число степеней свободы более 9

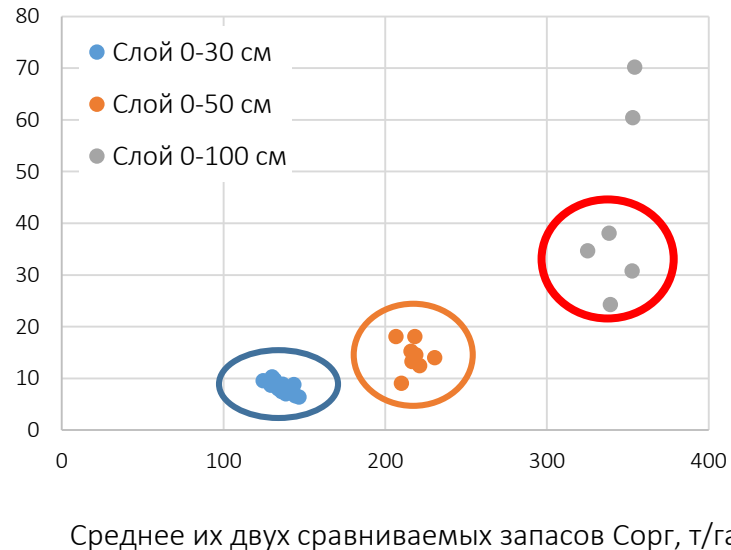


Наименьшая значимая  
разность запасов Сорг, т/га  
(абсолютные значения)

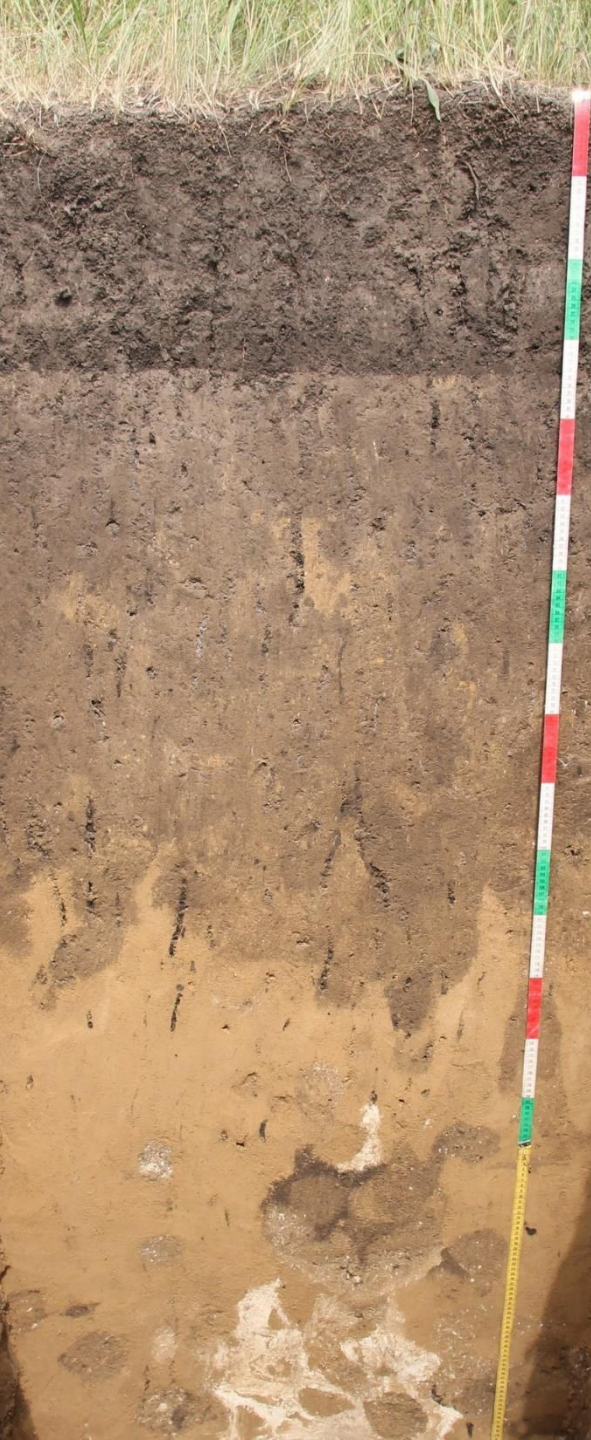
Число степеней свободы более 9



Число степеней свободы более 9



- Наименьшая значимая разница зависит от количества степеней свободы (суммарного количества точек на сравниваемых площадках - 2). Чем она больше, тем меньшую НЗР можно считать статистически достоверной
- Для определения достоверности различий в запасах в 1 метровом слое почвы запасы должны отличаться на 40 или более т/га.



# Мониторинг бюджета углерода в почвах агроэкосистем на уровне тестового полигона

**Измерения** пулов углерода с учетом их высокой пространственно-временной мозаичности

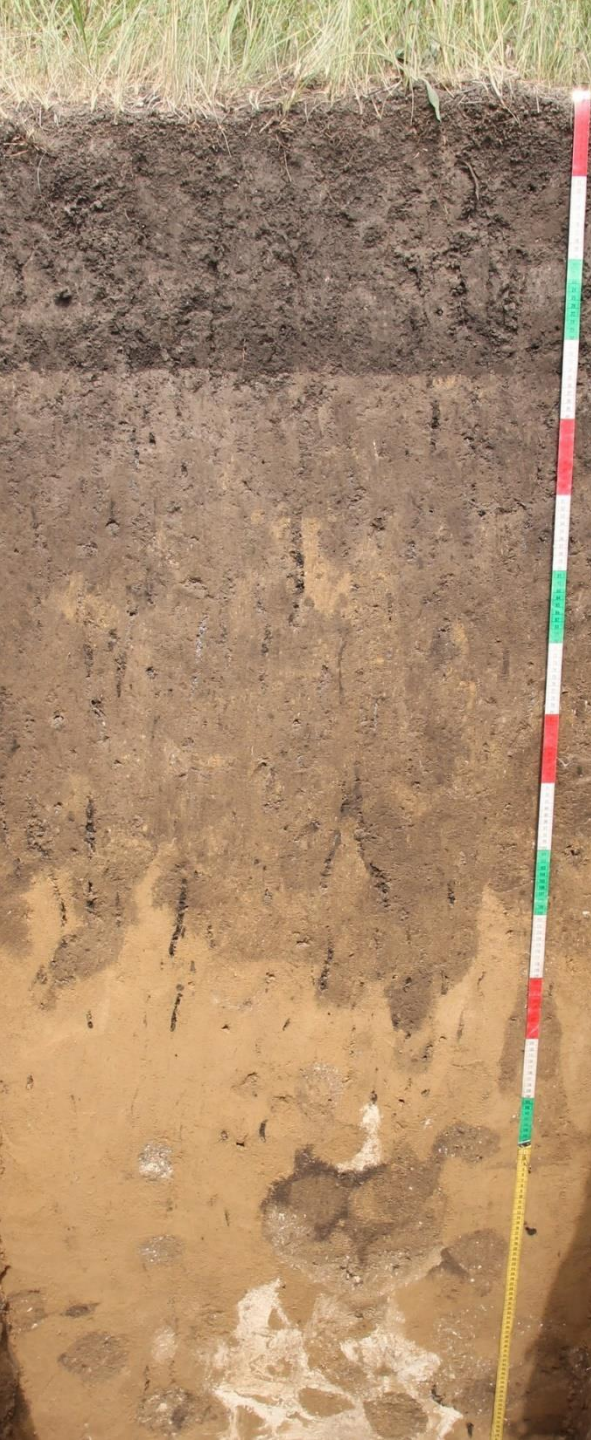
- схема и повторность почвенного опробования
- пробоподготовка образцов
- правильность и воспроизводимость аналитического определения содержания углерода и плотности почв
- ...

**Отчетность**

- фиксация и обобщение первичных измерений
- формирование ведомственной отчетности
- ...

**Верификация**

- сопоставление прямых и косвенных измерений с результатами моделирования
- ...



Научные дебаты «Какой должна быть национальная система мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России?», 9 ноября 2023 г., Москва, ИКИ



# ПОЧВЕННЫЙ УГЛЕРОД В АГРОЭКОСИСТЕМАХ КАК ПРЕДМЕТ МОНИТОРИНГА

Даниил Николаевич Козлов,  
Болотов А.Г., Хитров Н.Б., Когут Б.М.,  
Хаматнуров Ш.А., Лозбенева Н.И.

НОЦ  
«Углерод в  
экосистемах:  
мониторинг»



ФИЦ  
Почвенный  
институт  
им. В.В. Докучаева

# ПОТЕНЦИАЛ СМЯГЧЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СЕКТОРЕ СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО НА ПЕРИОД 2020-2050 ГГ.

млн т CO<sub>2</sub>-экв. в год<sup>-1</sup>

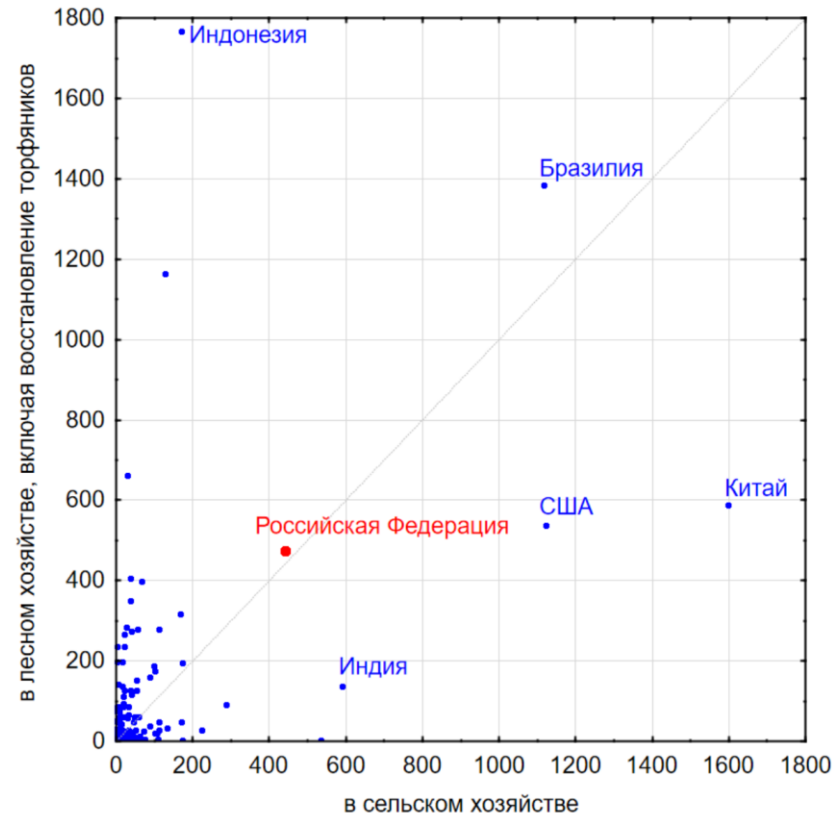
Сектор оценки			Технический потенциал	Рентабельный потенциал*	
восстановление торфяников			136,9	103,3	
лесовосстановление			142,4	338,2	17,3
управление лесами (лесопользование)			195,8		95,0
снижение эмиссии CH <sub>4</sub> и N <sub>2</sub> O в сельском хозяйстве	ферментация скота		0,52	1,78	0,49
	продукция животноводства		0,55		0,17
	рисоводство		0,24		0,12
	минеральные удобрения		0,48		0,07
связывание углерода в сельском хозяйстве	накопление углерода в почвах	пашни	82,4	439,7	74,1
		лугов	53,9		32,4
	агролесоводство		248,7		49,8
	биоуголь		54,7		42,7
Меры со стороны спроса на продукцию сельского и лесного хозяйства			90,2	51,8	
итого			1006,8	467,1	



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СМЯГЧЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ В 2020-2050 ГГ.

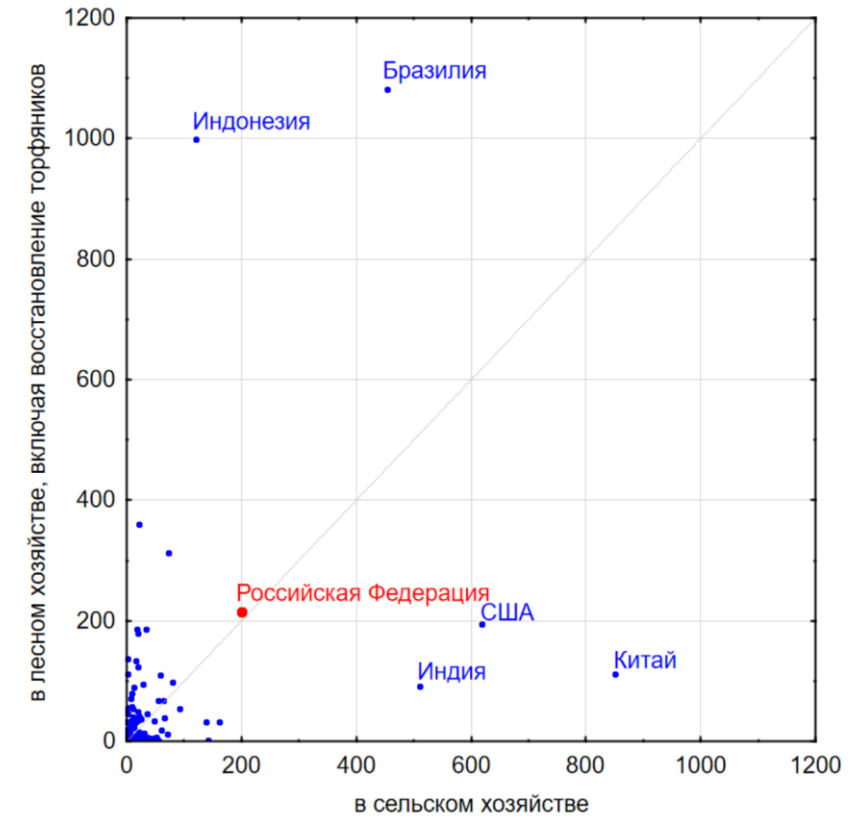


а) технически возможный



(млн т CO<sub>2</sub>-экв. в год<sup>-1</sup>)

б) экономически эффективный при рыночной стоимости одной тонны CO<sub>2</sub>-экв. – \$100



[Roe et al., 2021; IPCC, 2022]

Пятерка стран по размеру площади пашни (млн. га; Росстат):  
США (162,8), Индия (157,9), Россия (121,4), Китай (110,0), Бразилия (61,2)

## Структура затрат для проведения анализов по определению углерода в почве различными методами, руб. за 1 образец \*

Наименование затрат	Тюрин ** ГОСТ 26213-2021	Метавак CS-30	LECO или CUBE
<b>Амортизация оборудования</b>	8,6	12	59,5
<b>Затраты на реактивы</b>	28,1	6,9	350
<b>Затраты на лабораторную посуду</b>	1,4	0	0
<b>Затраты на электроэнергию</b>	0,2	2,1	2
<b>Заработная плата лаборанта (часовая тарифная ставка за 1 час= 268 руб.)</b>	77	22	49,5
<b>Отчисления на социальные нужды</b>	26	7,5	17
<b>Накладные затраты</b>	19,4	5,5	12
<b>Прочие расходы</b>	8	3	24,5
<b>Себестоимость анализа</b>	<b>168,70</b>	<b>59,00</b>	<b>514,5</b>

\* Методика расчета себестоимости анализа для специальности "Аналитический контроль химических соединений"

\*\* ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества» (Фотометрический метод)

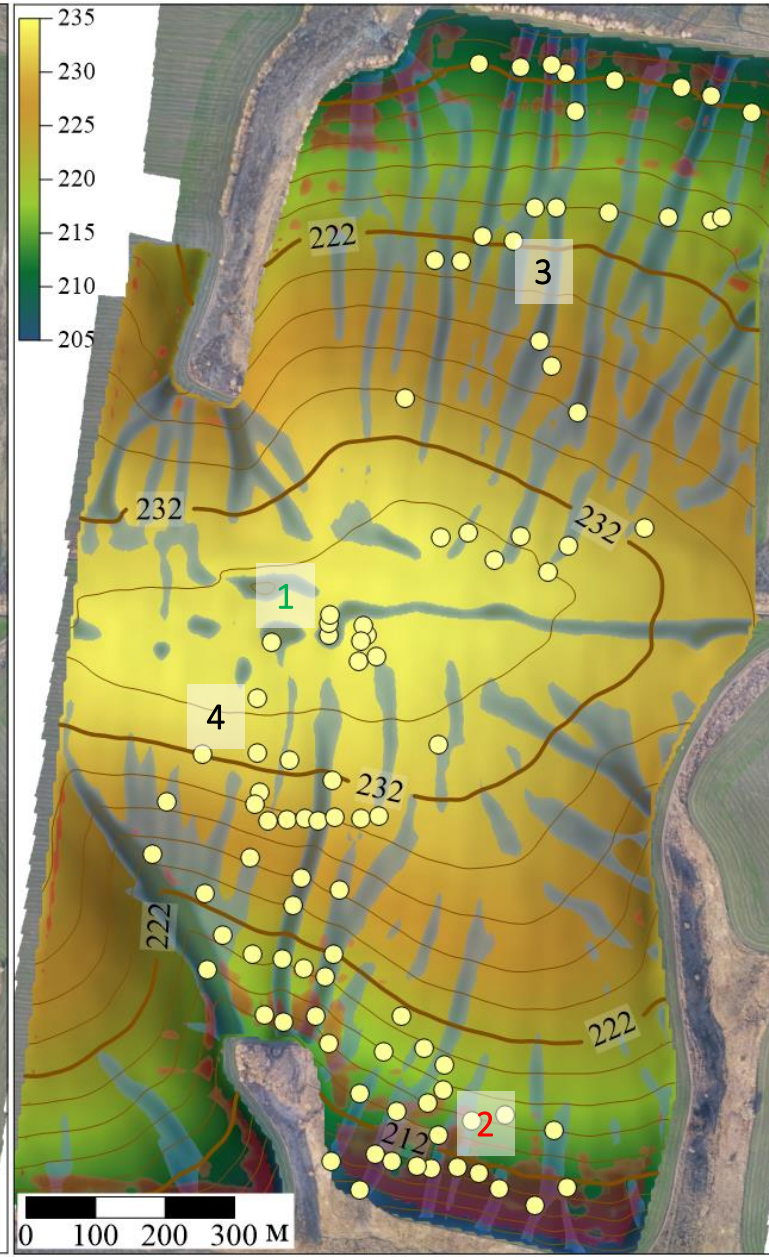


# Почвенный покров ключевого участка «Фишман»

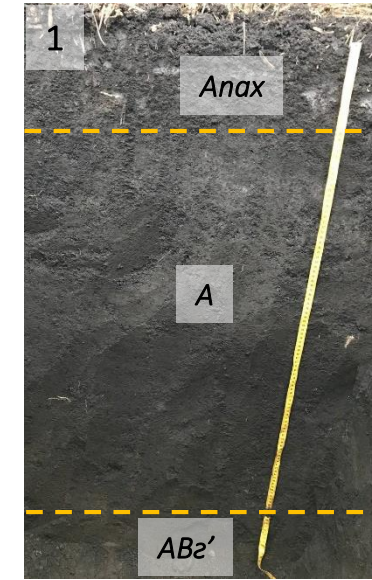
Ортофотоплан, выполненный на основе БПЛА съёмки



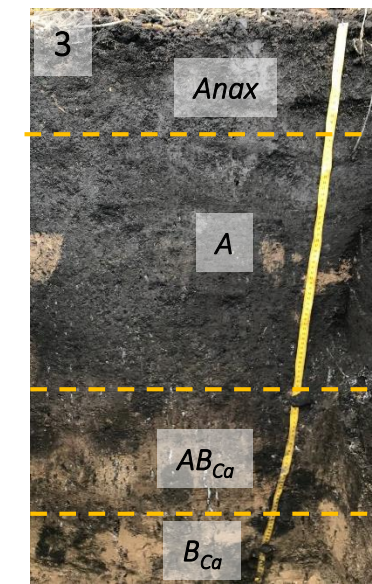
Цифровая модель рельефа и точки почвенных описаний



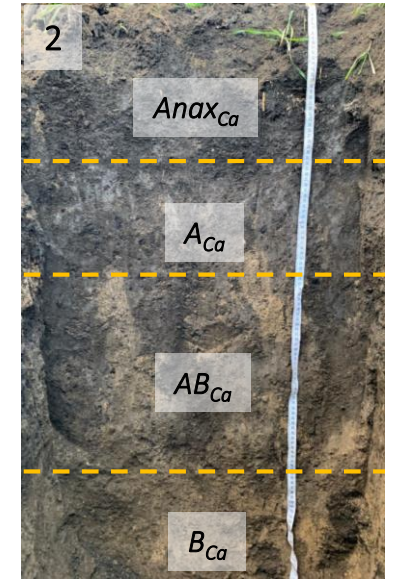
Луговато-черноземная выщелоченная



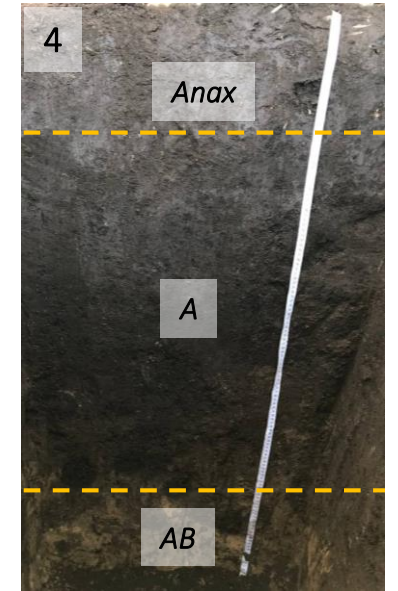
Чернозем типичный



Чернозем типичный слабосмытый



Чернозем выщелоченный



# ИСПОЛНЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РКИК ООН'92 – Киото протокол'04 – Париж'15

1.

Направленное воздействие

- снижение выбросов
- увеличение поглощения

2.

Порядок расчета изменений  
запасов углерода в его пулах  
(TIER 1 –TIER 2 – TIER 3)

- 2.1 данные хозяйственной деятельности предприятий промышленности, энергетики, АПК и лесного хозяйства
- 2.2 сбор, первичный синтез и проверка данных от субъектов экономической деятельности профильными ведомствами
- 2.3 расчёт выбросов и адсорбции парниковых газов по секторам экономики
- 2.4 специальные исследования для сбора недостающих данных и параметров
- 2.5 оценка выбросов и адсорбции парниковых газов

3.

Национальный кадастр  
антропогенных выбросов ...

4.

РКИК ООН

# ИСПОЛНЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РКИК ООН'92 – Киото протокол'04 – Париж'15

1.

Направленное воздействие

- снижение выбросов
- увеличение поглощения

## Задача 1:

Совершенствование  
нормативно-правовых и  
организационных форм  
сбора отраслевой  
отчётности, в том числе – в  
сельскохозяйственном  
землепользовании

2.

Порядок расчета изменений  
запасов углерода в его пулах  
(TIER 1 –TIER 2 – TIER 3)

2.1 данные хозяйственной деятельности  
предприятий промышленности,  
энергетики, АПК и лесного хозяйства

2.2 сбор, первичный синтез и проверка  
данных от субъектов экономической  
деятельности профильными  
ведомствами

2.3 расчёт выбросов и адсорбции  
парниковых газов по секторам экономики

2.4 специальные исследования для сбора  
недостающих данных и параметров

2.5 оценка выбросов и адсорбции  
парниковых газов

3.

Национальный кадастр  
антропогенных выбросов ...

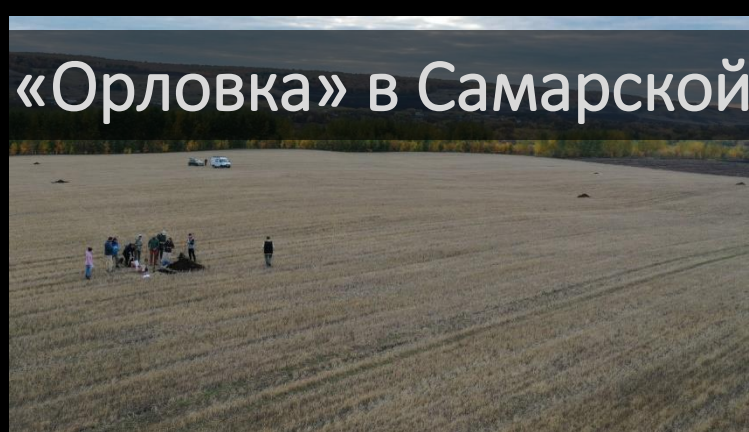
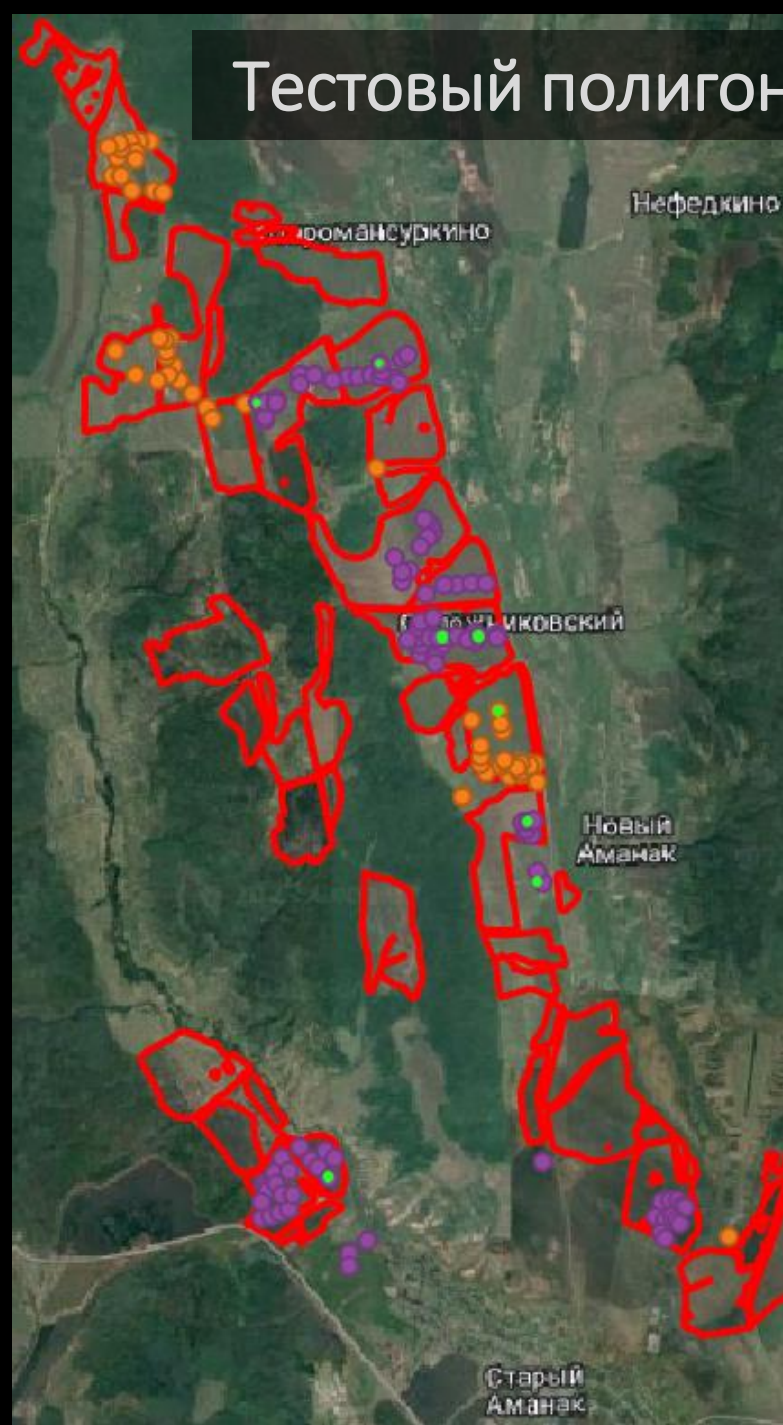
4.

РКИК ООН

## Задача 2:

Научно-методическое  
обеспечение расчёта объема  
поглощения парниковых  
газов, в том числе – в  
сельскохозяйственном  
землепользовании

# Тестовый полигон «Орловка» в Самарской области



1264 на Сорг  
310 на плотность



- точки описаний (июль)
- точки описаний (сентябрь-октябрь)
- положение тестовых площадок

выбор положения площадки мониторинга с зональной почвой



- △ картировочная точка
- тестовая площадка



- точка с полным описанием почв и опробованием на С и плотность
- точка с кратким описанием почв и опробованием на С

# Тестовый полигон «Персиановка» в Ростовской области

## Участок КФХ «Мокриков В.И.»: no-till и «классика»

Встреча с руководителем КФХ



Отбор образцов на площадке в КФХ



## Участок Персиановская Заповедная степь и Учхоз ДонГАУ: 4 площадки

Всего 952  
образца  
почвы на  
Сорг и 240  
на плотность

Персиановская заповедная степь



Отбор образцов на площадке учхоза ДонГАУ



Верхнегрушевый

Персиановский

