



«УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ». РЕАЛИЗАЦИЯ  
ВАЖНЕЙШЕГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ  
«ЕДИНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ  
ВЕЩЕСТВ» (Москва, ИКИ РАН, 15–16 февраля 2023 г.)

# Национальный учет бюджета углерода в агроэкосистемах на основе наземных измерений

*Козлов Д.Н.*

ФИЦ Почвенный институт имени В.В. Докучаева



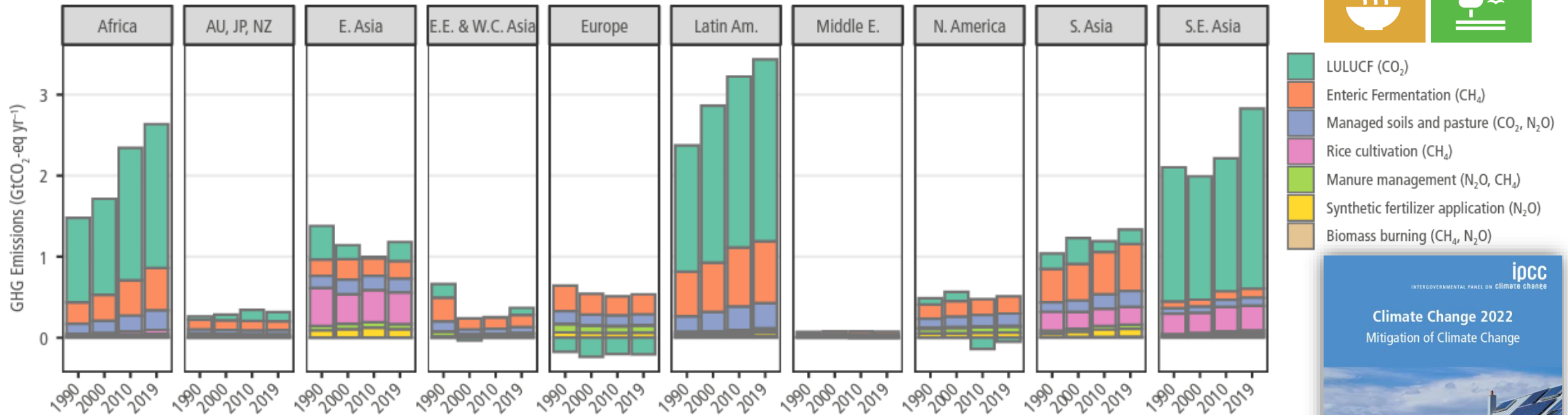


# AGRICULTURE, FORESTRY AND OTHER LAND USES (AFOLU) СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ

сектор СХЛХДВЗ (ЗИЗЛХ + сельское хозяйство) – 21% антропогенных выбросов ПГ или

11.9 ± 4.4 из 59 ± 6.6 ГтCO<sub>2</sub>-экв. в год<sup>-1</sup> (2019) с потенциалом смягчения в 2020-2050 гг.

7,3 (3,9–13,1) ГтCO<sub>2</sub>-экв. в год<sup>-1</sup> при USD100 tCO<sub>2</sub><sup>-1</sup>, из них в сельском хозяйстве 4,1 (1,7–6,7) ГтCO<sub>2</sub>-экв. в год<sup>-1</sup>



**Figure 7.3 | Subdivision of the total AFOLU emissions from Table 7.1 by activity and gas for the period 1990 to 2019.** Positive values are emissions from land to atmosphere, negative values are removals. Panel A shows emissions divided into major activity and gases. Note that 'biomass burning' is only the burning of agriculture residues in the fields. The indicated growth rates between 1990–2000, 2000–2010, 2010–2019 are annualised across each time period. Panel B illustrates regional emissions in the years 1990, 2000, 2010, 2019 AFOLU CO<sub>2</sub> (green shading) represents all AFOLU CO<sub>2</sub> emissions. It is the mean from three bookkeeping models (Hansis et al. 2015; Houghton and Nassikas 2017; Gasser et al. 2020) as presented in the Global Carbon Budget (Friedlingstein et al. 2020) and is *not directly comparable to LULUCF in NGHGs* (Section 7.2.2). Data on CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions are from the EDGAR database (Crippa et al. 2021). See Sections 7.2.2 and 7.2.3 for comparison of different datasets. All values expressed are as CO<sub>2</sub>-eq with GWP100 values: CH<sub>4</sub> = 27, N<sub>2</sub>O = 273.

**13** БОРЬБА С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

**THE GLOBAL GOALS**

**2** ЛИКВИДАЦИЯ ГОЛОДА

**15** СОХРАНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ СУЩИ

**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

**Climate Change 2022**  
Mitigation of Climate Change

Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

WGIIP | WMO | UNEP

# AGRICULTURE, FORESTRY AND OTHER LAND USES (AFOLU) СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ

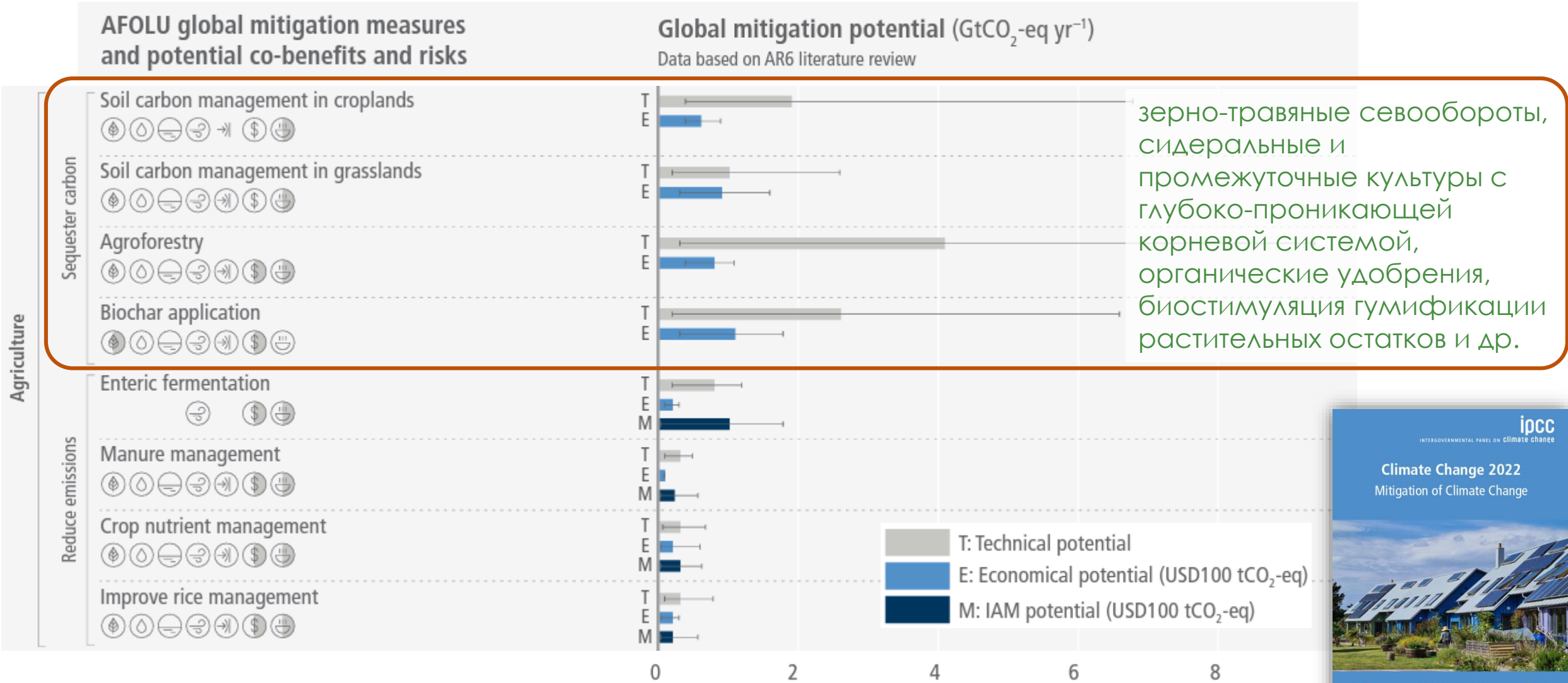
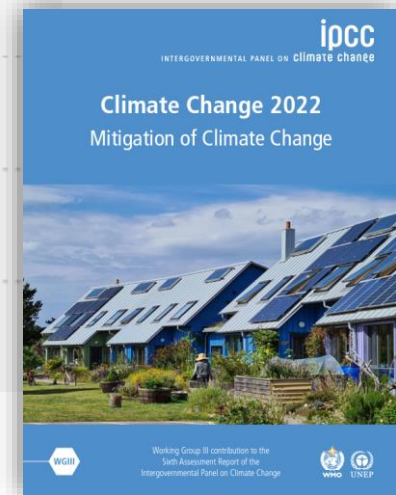


Figure 7.11 | Global and regional mitigation potential (GtCO<sub>2</sub>-eq yr<sup>-1</sup>) in 2020–2050 for 20 land-based measures.





13 БОРЬБА С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА		
2 ЛИКВИДАЦИЯ ГОЛОДА		15 СОХРАНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ СУШИ

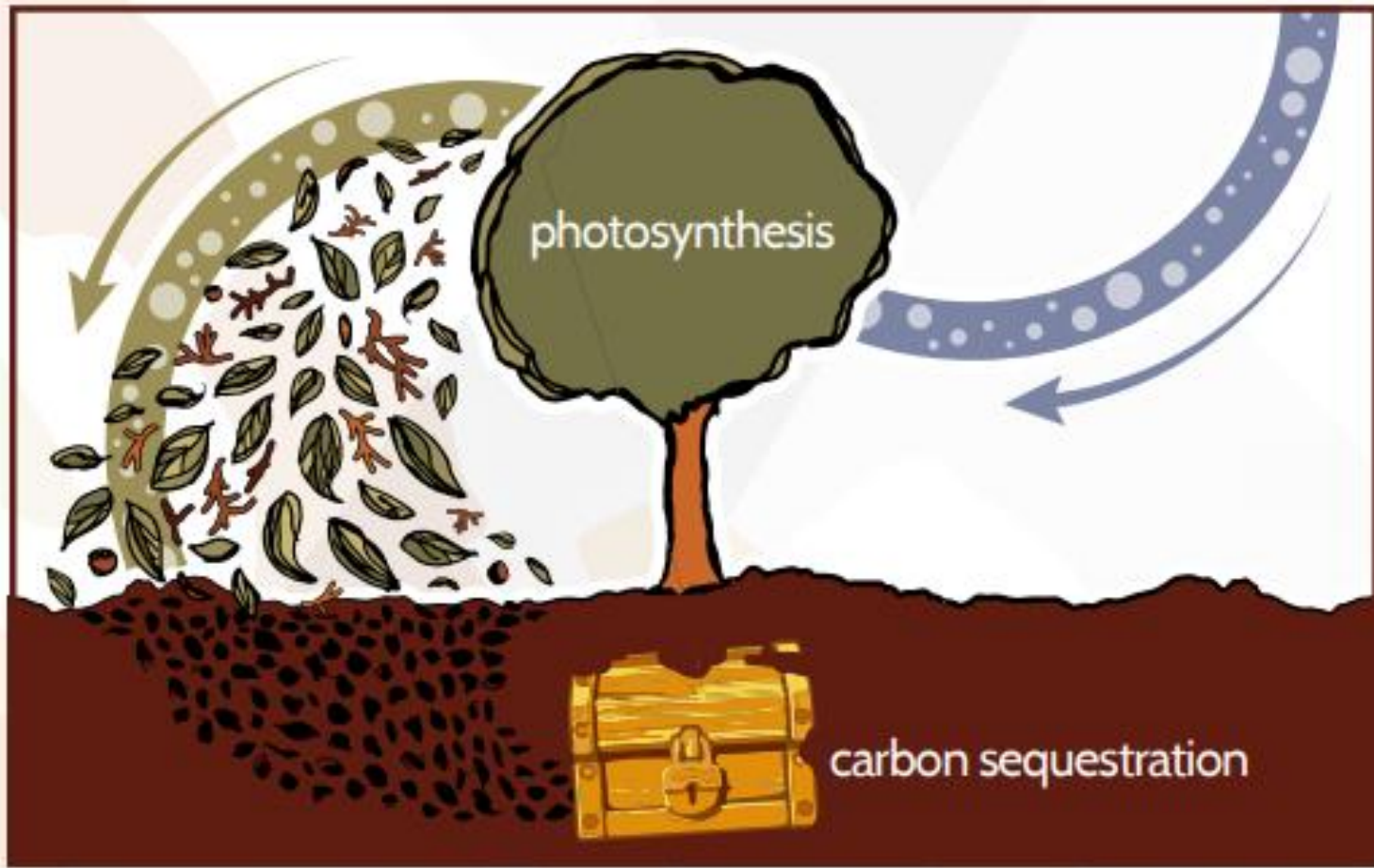
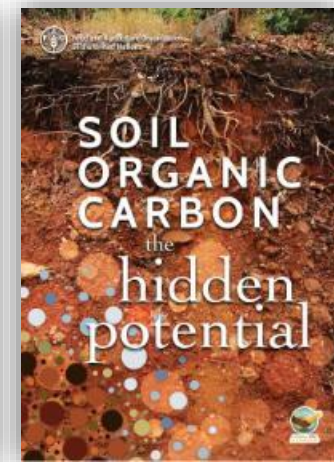
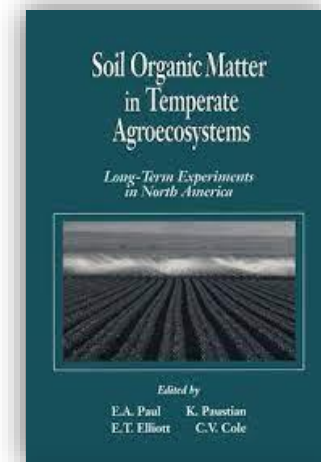
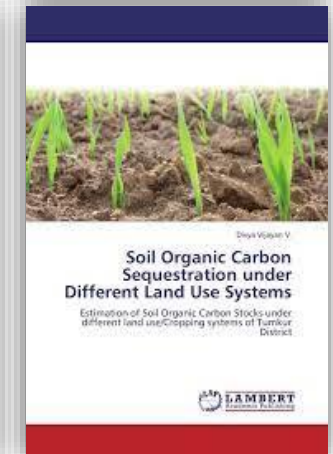
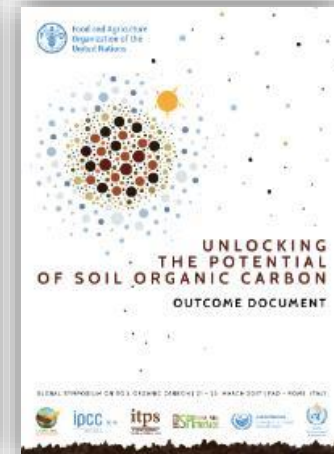
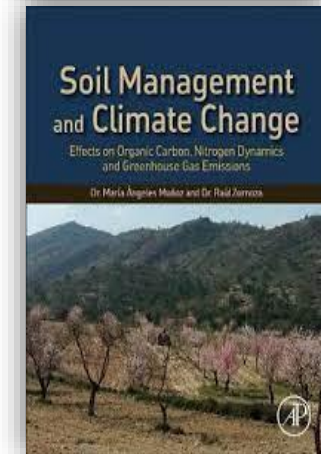
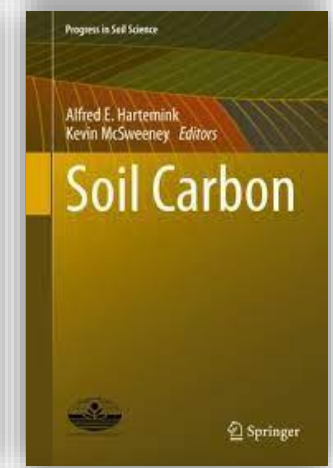
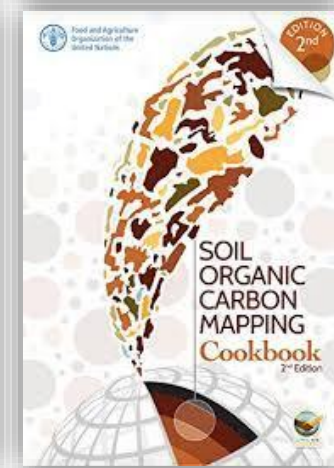
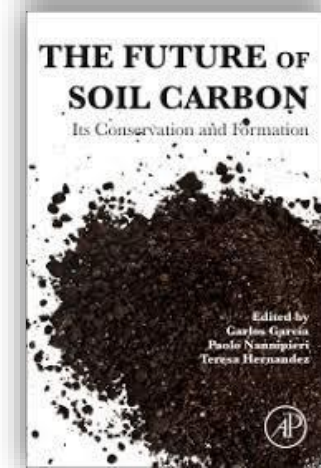


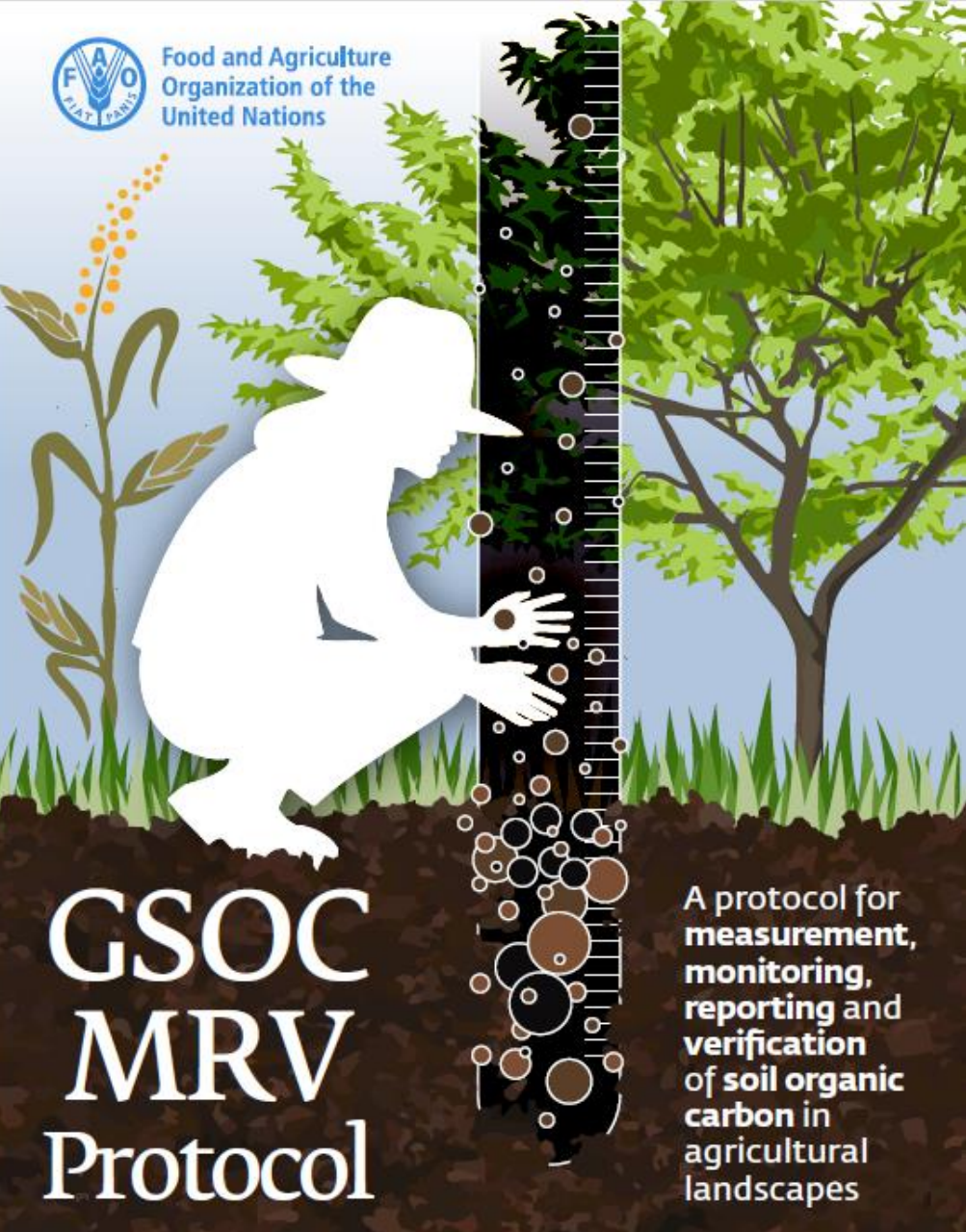
FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK







Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations



# GSOC MRV Protocol

A protocol for  
**measurement,  
monitoring,  
reporting and  
verification**  
of soil organic  
carbon in  
agricultural  
landscapes

itps  
INTERNATIONAL  
TECHNICAL PANEL ON PEELS

September 2020



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



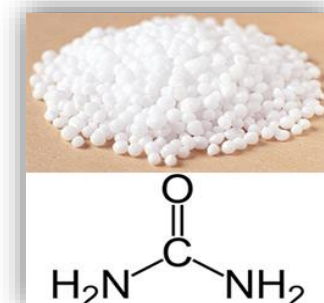
многолетние травы



сидераты



органические  
удобрения



минеральные  
удобрения



биопрепараты  
гумификации



борьба с  
уплотнением почв





1	2	3	t
$NPPq$	$NPPq^2$	$NPPq^3$	$\dots NPPq^t$
	$NPPq$	$NPPq^2$	$\dots NPPq^{t-1}$
		$NPPq$	$\dots NPPq^{t-2}$

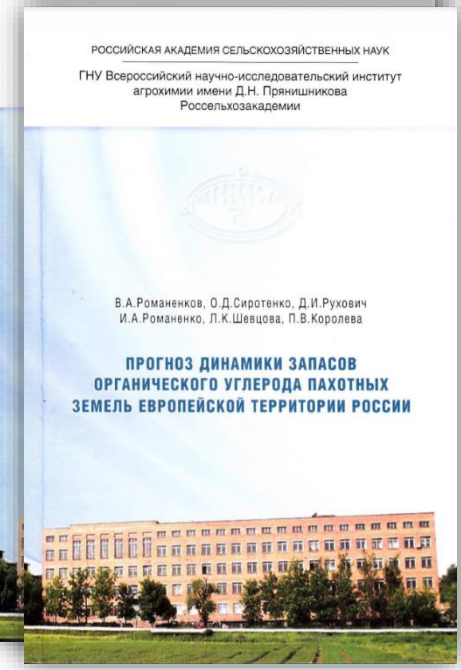
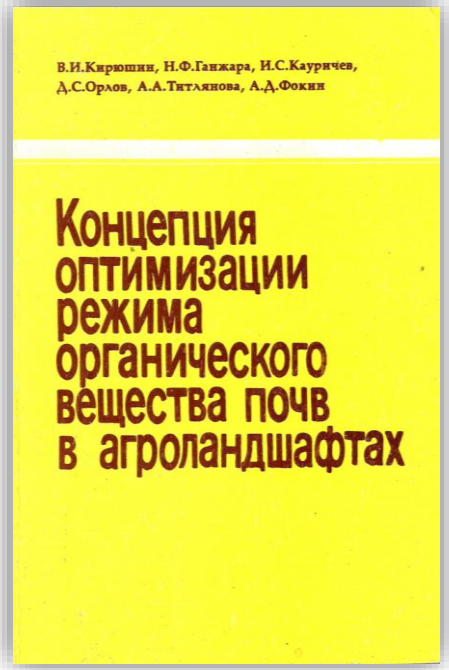
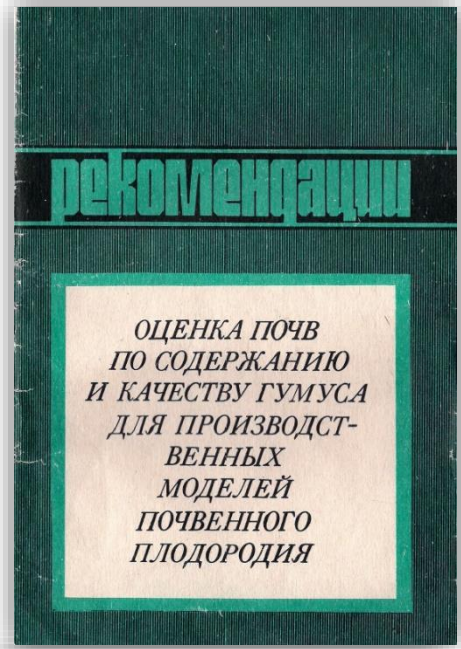
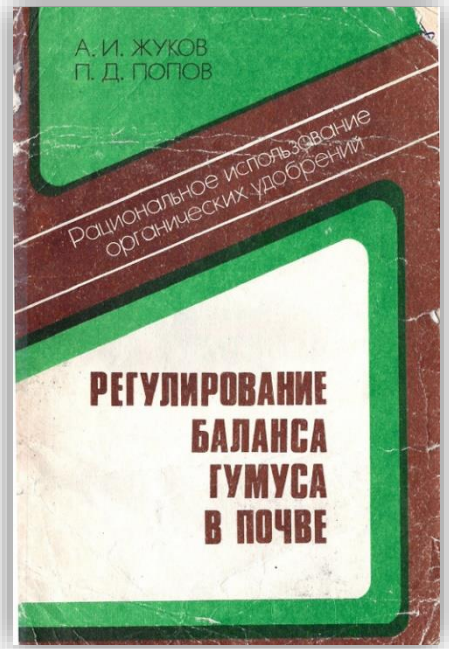
геометрическая прогрессия

$$HUM_t = NPP(q + q^2 + q^3 + \dots + q^{t-1})$$

$$HUM_t = \frac{NPP * (1 - q^t)}{1 - q}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (HUM_t) = NPP \left( \frac{1}{1 - q} \right)$$

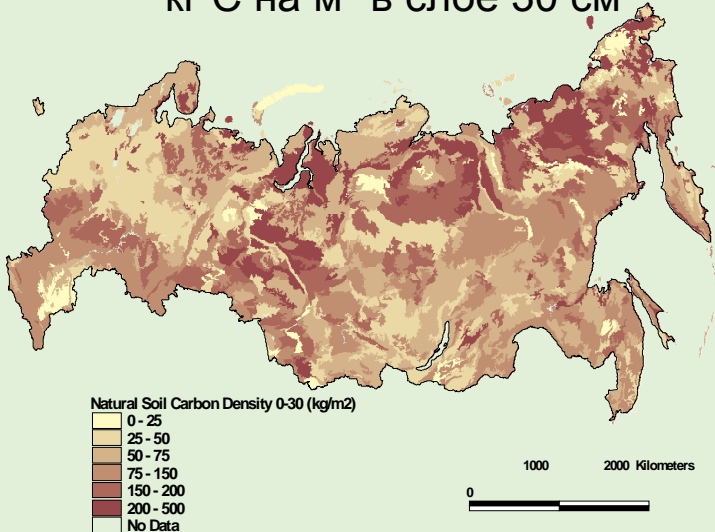
(Костычев П. А., 1886)



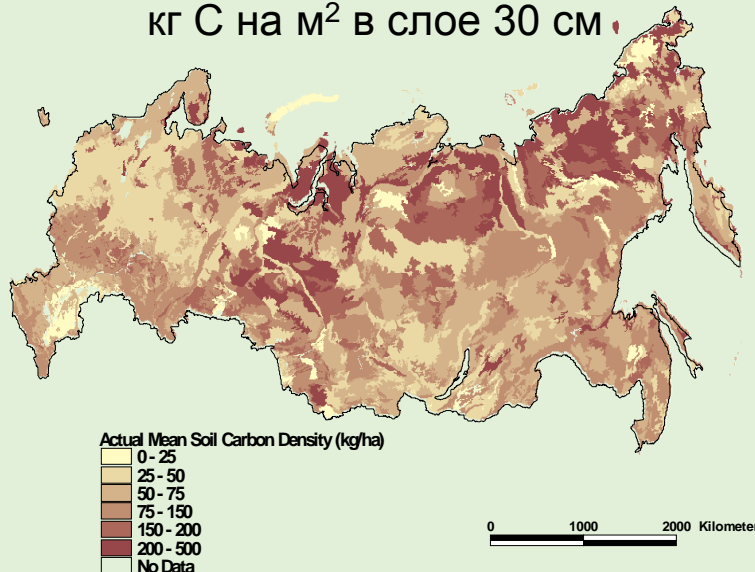


# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ РОССИИ

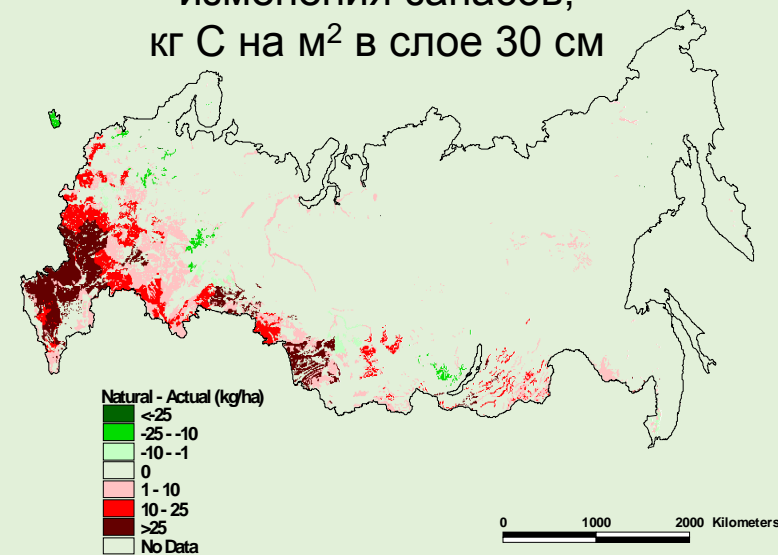
Нативные (природные) запасы,  
кг С на м<sup>2</sup> в слое 30 см



Актуальные запасы,  
кг С на м<sup>2</sup> в слое 30 см



Антропогенно-инициированные  
изменения запасов,  
кг С на м<sup>2</sup> 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
<b>Всего</b>	<b>19,84</b>	<b>16,75</b>	<b>3,09</b>	<b>16</b>	<b>32,61</b>	<b>27,94</b>	<b>4,68</b>	<b>14</b>

## 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)

# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ

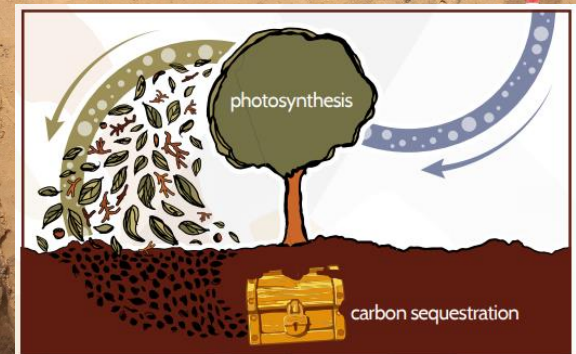
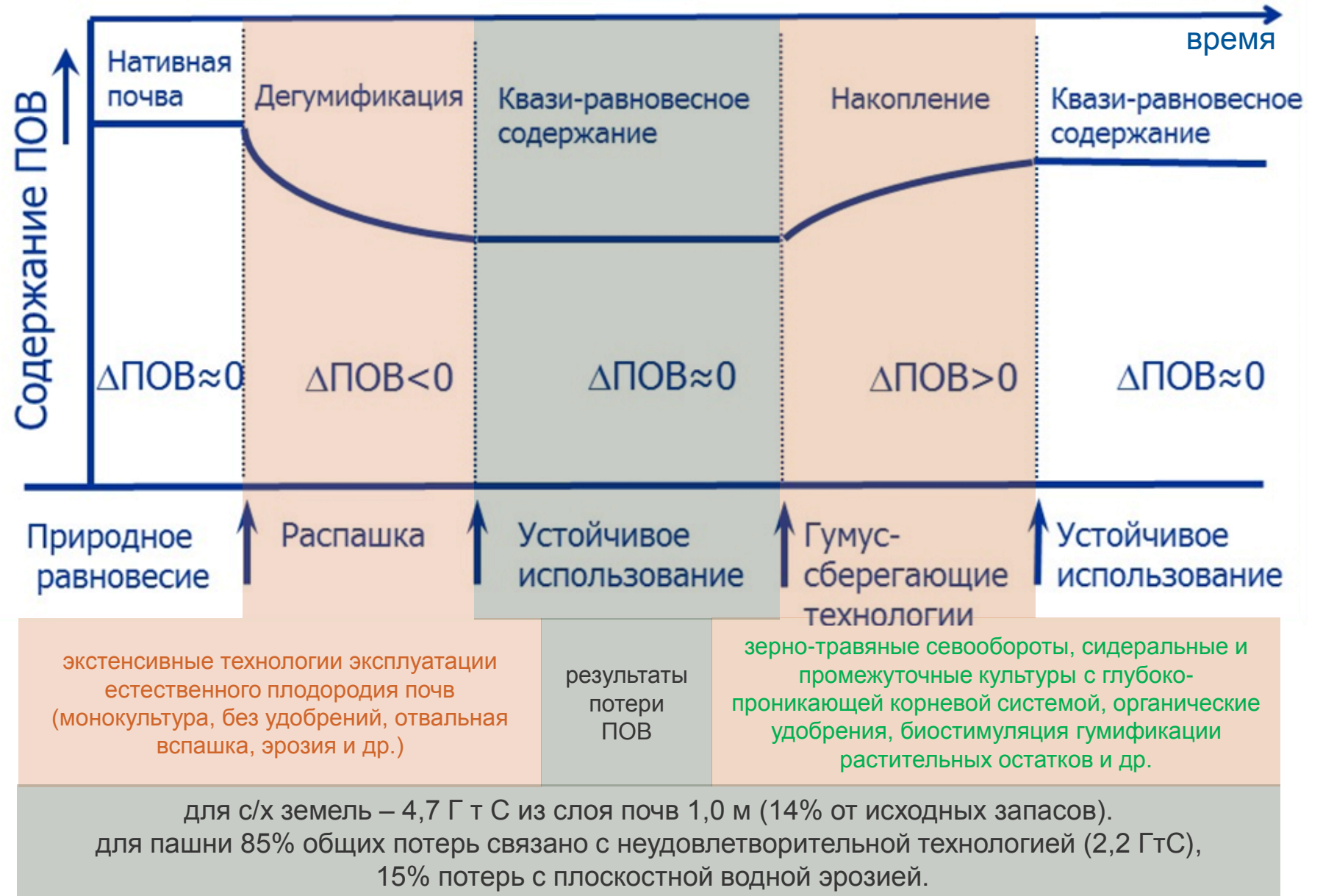


FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK





Федеральная  
служба по  
гидрометеорологии  
и мониторингу  
окружающей среды  
(Росгидромет)



ИГКЭ

ФГБУ "ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Ю. А. ИЗРАЭЛЯ"



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

О КАДАСТРЕ

антропогенных выбросов из источников

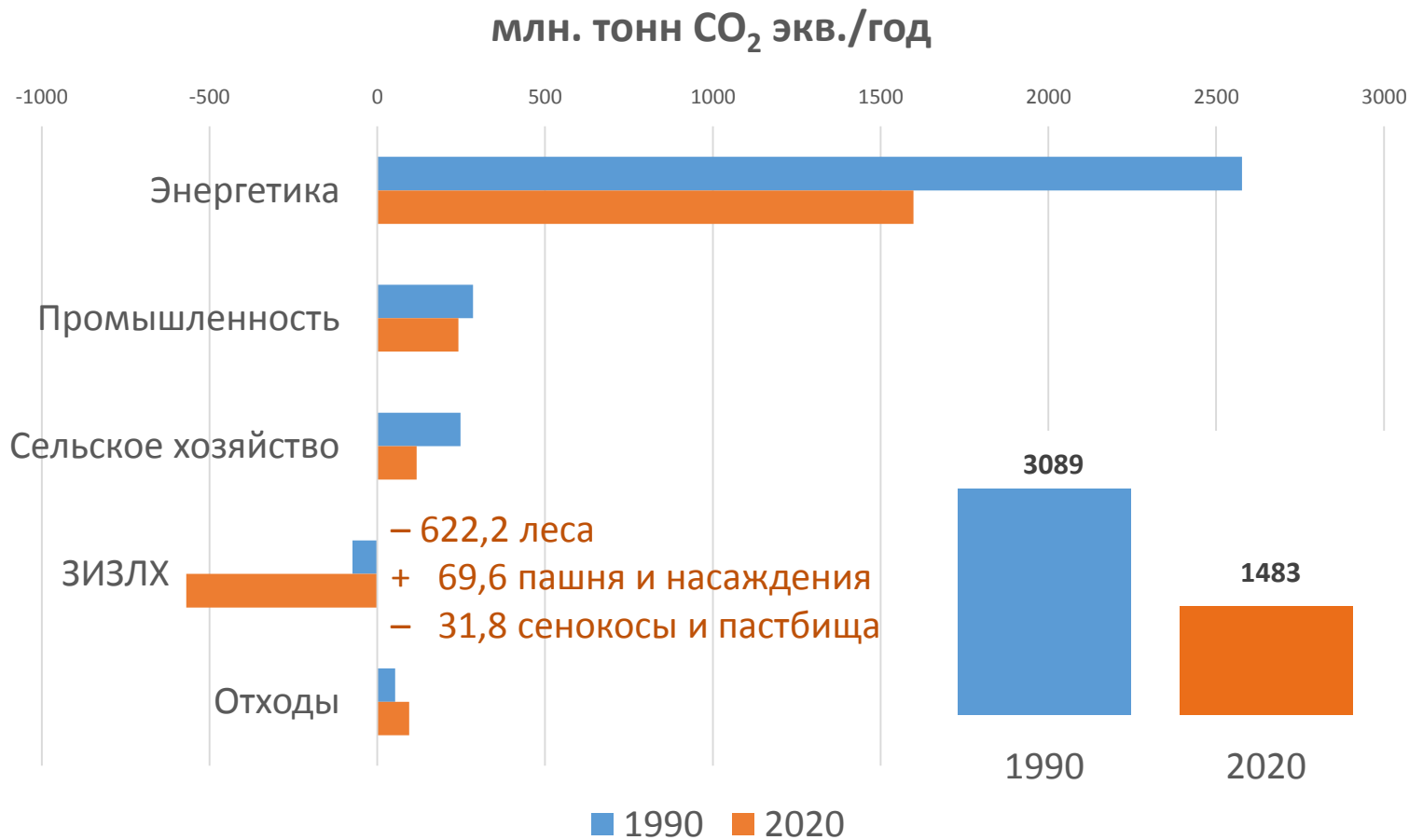
и абсорбции поглотителями

парниковых газов

не регулируемых Монреальским протоколом

за 1990 – 2020 гг.

Часть 1





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. стр. 299





Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)**  
 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20 Б  
 Тел.: (499) 160-59-07, Факс: (499) 160-08-31  
 Телекс: Москва 111120 ЭКЛН  
 www.igee.ru  
 17.01.2023 г. № 34

На Ваш № \_\_\_\_\_

О перечне данных для экономико-климатического блока ВИП ГЗ

Директору ФГБУН «Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук»  
 Широу А.А.

Директору ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук»  
 Лукиной Н.В.

Директору ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» Росгидромета  
 Катцову В.В.

Заместителю директора ФГБУН «Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук»  
 Грицуну А.С.

Заведующему лабораторией ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук»  
 Гулёву С.К.

Копия: Директору Департамента конкуренции, энергоэффективности и экологии Минэкономразвития России  
 Петруниной И.А.

Уважаемые коллеги!

В соответствии с протоколом совещания у Министра экономического развития Российской Федерации М.Г. Решетникова от 8 ноября 2022 года № 40-РМ, пункт 3.3, направляю Вам перечень данных и результатов выполнения важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически-активных веществ», использование которых предусматривается в рамках экономико-климатического блока по направлению «Техническое перевооружение, цифровизация и актуализация Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, совершенствование сбора исходных данных» (головная организация ФГБУ «ИГКЭ»).

Приложение вышеуказанное на 1 стр. в 1 экз.

Директор

А.А. Романовская

Исп. Прохорова Л.А.  
 Тел. +74951692401

Приложение.

Перечень данных и результатов выполнения важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически-активных веществ», использование которых предусматривается в рамках экономико-климатического блока по направлению «Техническое перевооружение, цифровизация и актуализация Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, совершенствование сбора исходных данных» (головная организация ФГБУ «ИГКЭ»).

**От ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук»:**

1 Актуализированные пересчетные параметры по ежегодному изменению запасов углерода (т С/га/год) в разных типах управляемых экосистем (лесные земли, возделываемые земли, сенокосы и пастбища, водно-болотные угодья, земли поселений, прочие земли) при разных условиях управления и нарушений, репрезентативные для территории Российской Федерации, апробированные в соответствии с рекомендациями Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

Срок и периодичность представления данных - по мере подготовки ежегодно до 31 октября.

2. Площади ежегодной гибели лесов (тыс. га/год) от пожаров по субъектам Российской Федерации и преобладающим породам, классам возраста и бонитетам в рамках первой очереди действующего прототипа «ИАС – Углерод Экосистем».

Срок и периодичность представления данных – 2023 год, II квартал. Далее – ежегодно, III квартал.

3. Уточненные коэффициенты выбросов и поглощения парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (кг/га/год) от осушенных органических почв по типам землепользования (лесные земли, возделываемые земли, сенокосы и пастбища, водно-болотные угодья, земли поселений, прочие земли), а также для вторично-обводненных водно-болотных угодий.

Срок и периодичность представления данных - по мере подготовки ежегодно до 31 октября.

**От ФГБУН «Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук»:**

Сценарные прогнозы («без мер», «с мерами», «с дополнительными мерами») антропогенных выбросов и поглощений парниковых газов по секторам кадастра и видам газов для подготовки Национальных сообщений и Двухгодичных докладов о прозрачности в рамках отчетности Российской Федерации по РКИК ООН, Киотскому протоколу и Парижскому соглашению.

Срок и периодичность получения данных – с 2024 года и далее раз в два года, май.

ИИ

13,7%.

ольку:

менных  
 альных

правления

ТИШЬ ДЛЯ

омассы и  
 рсии

ых условий  
 (аистра);

менялись.

ИЯ  
 Г-  
 а-  
 де  
 да  
 99

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

1.

Направленное воздействие

- снижение выбросов
- увеличение поглощения

2.

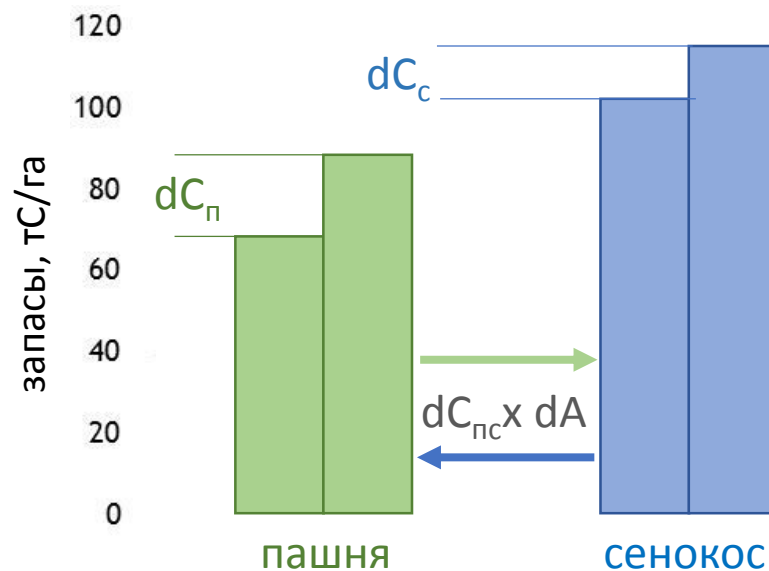
Порядок расчета изменений  
запасов углерода в биомассе  
и почвах с/х угодий  
(TIER 1 –TIER 2 – TIER 3)

3.

Национальный кадастр  
антропогенных выбросов ...

4.

РКИК ООН



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





МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(Минприроды России)

П Р И К А З

г. МОСКВА

27.05.2022

№ 371

**Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов**

В целях реализации пункта 2 части 2 статьи 5 Федерального закона от 2 июля 2021 г. № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 27, ст. 5124), подпункта 5.2.37(1) пункта 5 Положения о Министерстве природных ресурсов и экологии Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2015 г. 1219 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, № 47, ст. 6586; 2022, № 12, ст. 1818), п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить:

методику количественного определения объема выбросов парниковых газов согласно приложению № 1 к настоящему приказу;

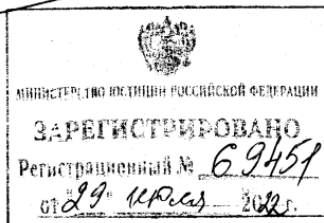
методику количественного определения объема поглощений парниковых газов согласно приложению № 2 к настоящему приказу.

2. Признать утратившим силу приказ Минприроды России от 30 июня 2015 г. № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» (зарегистрирован Минюстом России 15 декабря 2015 г., регистрационный № 40098).

3. Настоящий приказ вступает в силу с 1 марта 2023 г. и действует 6 лет.

Министр

А.А. Козлов



Приложение № 2  
к приказу Минприроды России  
от 27.05.2022 № 371

**МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПОГЛОЩЕНИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

1. Методика устанавливает порядок расчета объема поглощений парниковых газов:

землями лесного фонда (в части лесных земель);

землями, переведенными в земли лесного фонда (в части лесных земель);

землями сельскохозяйственного назначения (в части сельскохозяйственных угодий) (далее – сельскохозяйственные угодья);

землями, переведенными в сельскохозяйственные угодья;

землями водноболотными угодьями;

землями, переведенными в водноболотные угодья (в части пашни и земель, занятых многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими) (далее - пахотные земли)

землями населенных пунктов;

землями, переведенными в населенные пункты (в части земель, занятых многолетними древесными и кустарниковыми насаждениями на сельскохозяйственных угодьях, в населенных пунктах и в лесах промышленности, энергетики, транспорта, связи, обороны, государственного управления, государственного обеспечения космической деятельности, а также специального назначения).

8. Расчет объема поглощений парниковых газов сельскохозяйственными угодьями (в части пашни и земель, занятых многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими) (далее - пахотные земли) и другими) (далее - пахотные земли)

8.1. Расчет изменения запасов углерода в биомассе проводится применительно к многолетним древесным и кустарниковым насаждениям на сельскохозяйственных угодьях, в населенных пунктах и в лесах промышленности, энергетики, транспорта, связи, обороны, государственного управления, государственного обеспечения космической деятельности, а также специального назначения.

8.2. Ежегодное изменение запасов углерода в пуле минеральных почв пахотных земель рассчитывается по формулам (80 - 86):

1.1. Количес...  
1.2. В нас...  
осуществляется в...  
рассматривается...  
источников и об...  
результате природных и антропогенных процессов.

8.3. Расчет выбросов CO<sub>2</sub> и иных парниковых газов, кроме CO<sub>2</sub> от осушения органогенных почв сельскохозяйственных угодий производится по формулам (87 - 89):

8.4. Выбросы парниковых газов от пожаров

9. Расчет объема поглощений парниковых газов землями, переведенными в пахотные земли

10. Расчет объема поглощений парниковых газов сельскохозяйственными угодьями (в части сенокосов и пастбищ)

8.2. Ежегодное изменение запасов углерода в пуле минеральных почв пахотных земель рассчитывается по формулам (80 - 86):

$$\Delta C_{\text{минеральные}} = (C_{\text{fert}} + C_{\text{lime}} + C_{\text{plant}}) - (C_{\text{resp}} + C_{\text{erosion}}) \quad (80)$$

где:

$\Delta C_{\text{минеральные}}$  - изменения запасов углерода в пуле почвенного органического углерода в минеральных почвах, тонн С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{fert}}$  - поступление С с органическими и минеральными удобрениями, тонн С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{lime}}$  - поступление С с известковыми материалами, тонн С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{plant}}$  - поступление С с растительными остатками, тонн С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{resp}}$  - потери почвенного С с дыханием почв, тонн С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{erosion}}$  - механические потери почвенного С в результате эрозии и дефляции, тонн С год<sup>-1</sup>.

$$C_{\text{erosion}} = A * E_{\text{Ferosion}} \quad (85)$$

где:

$C_{\text{erosion}}$  - механические потери почвенного С в результате эрозии и дефляции, тонн С год<sup>-1</sup>;

$A$  - площадь пахотных угодий, га;

$E_{\text{Ferosion}}$  - коэффициент потерь углерода при эрозии и дефляции почв, тонн С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>.

$$C_{\text{resp}} = \sum_i (Area_i * AC_{CO_2} * Veg * 0,6 * 1,43) / 100 * 12/44 \quad (86)$$

где:

$C_{\text{resp}}$  - потери почвенного С с дыханием почв, тонн С год<sup>-1</sup>;

$Area_i$  - площадь соответствующего типа  $i$  почв пахотных земель, га;

$AC_{CO_2}$  - серия средних коэффициентов по дыханию микрофлоры почвы пахотных земель и для пара, мг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>;

$Veg$  - продолжительность вегетационного периода, часы;

0,6 - коэффициент для исключения дыхания корней (40%), не имеет размерности;

1,43 - коэффициент для включения в расчет дыхание почв в течение холодного периода года, не имеет размерности;

12/44 - коэффициенты для пересчета из единиц CO<sub>2</sub> в углерод.

$$C_{\text{fert}} = \sum_i (Org_i * C_{\text{орг}_i}) + \sum_j (Min_j * C_{\text{мин}_j}) \quad (81)$$

где:

$C_{\text{fert}}$  - поступление С с органическими и минеральными удобрениями, тонн С год<sup>-1</sup>;

$Org_i$  - внесение органических удобрений в почвы в расчете на физический вес по видам органических удобрений  $i$ , тонн органических удобрений по видам год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{орг}_i}$  - содержание углерода в сыром веществе разных видов органических удобрений, подготовленных к внесению в почвы, тонн С/тонн органического удобрения;

$Min_j$  - внесение минеральных удобрений в почвы по видам минеральных удобрений  $j$ , тонн действующего вещества минеральных удобрений по видам год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{мин}_j}$  - содержание углерода в разных видах минеральных удобрений, тонн С/тонн действующего вещества минеральных удобрений.

$$C_{\text{lime}} = Lime * 8,75/100 \quad (82)$$

где:

$C_{\text{lime}}$  - поступление С с известковыми материалами, тонн С год<sup>-1</sup>;

$Lime$  - общее количество известковых материалов, внесенных в почвы, тонн известковых материалов год<sup>-1</sup>.

$$C_{\text{plant}} = C_{\text{ab}} + C_{\text{un}} \quad (83)$$

$$C_{\text{ab}} \text{ или } C_{\text{un}} = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) C_i) S_i \quad (84)$$

где:

$C_{\text{ab}}$  - масса углерода, поступающего в почвы с пожнивными остатками ( $C_{\text{un}}$  - корневыми остатками) культурных растений определенного вида  $i$ , кг С;

$C_{\text{plant}}$  - поступление С с растительными остатками, тонн С год<sup>-1</sup>;

$Y_i$  - урожайность ос

$a_i$  и  $b_i$  - соответств

остатков данной сельско

$C_i$  - содержание угл

$S_i$  - посевная площа

Таблица 26.5. Средние значения дыхания разных типов почв в агроценозах ( $AC_{CO_2}$ ) для разных лет периода после 1990 года

Почва	Эмиссия CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> · м <sup>-2</sup> · час <sup>-1</sup>				
	1990	1991	1992	1993	1994 и далее
черноземы	402	357	313	268	223
дерново-подзолистые почвы	340	302	265	227	189
другие типы почв	256	228	199	171	142
Среднее по всем типам почв	368	327	286	245	204
Среднее для пара	207	184	161	138	115



9. Расчет объема поглощений парниковых газов землями, переведенными в пахотные земли

### 9.1. Изменения запасов углерода

При переводе земель в пахотные земли следует использовать метод разницы запасов углерода в разных пулах согласно формуле (91):

$$\Delta C_{\text{конверсия}} = \sum_i (C_{\text{после}_i} - C_{\text{до}_i}) \times \Delta A_{\text{в пахотные}} / D \quad (91)$$

где:

$\Delta C_{\text{конверсия}}$  - изменение в запасах углерода в углеродных пулах (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) на землях, переведенных в пахотные земли; тонны С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{после}_i}$  - запасы углерода в углеродных пулах  $i$  (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) пахотных земель; тонны С га<sup>-1</sup>;

$C_{\text{до}_i}$  - запасы углерода в углеродных пулах  $i$  (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) в категориях земель до перевода; тонны С га<sup>-1</sup>;

$\Delta A_{\text{в пахотные}}$  - площадь категории земель, переведенных в пахотные земли в определенный год; га год<sup>-1</sup> (включает все переведенные земли, как из управляемых, так и неуправляемых категорий);

$D$  - период времени, в течение которого происходят изменения запасов углерода в пулах в результате перевода земель в пахотные земли, лет (в первом приближении используется значение равное 1 году; далее используется значение 20 лет);

$i$  - пул углерода: биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва.

9.2. Выбросы CO<sub>2</sub> и иных парниковых газов, кроме CO<sub>2</sub> от осушения органогенных почв земель, переведенных в пахотные земли определяются по формуле (92):

### 9.3. Выбросы парниковых газов от пожаров.

Оценка прямых выбросов CO<sub>2</sub> и иных парниковых газов от пожаров выполняется по формуле:

$$L_{\text{пожар}} = A * MB * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3} \quad (95)$$

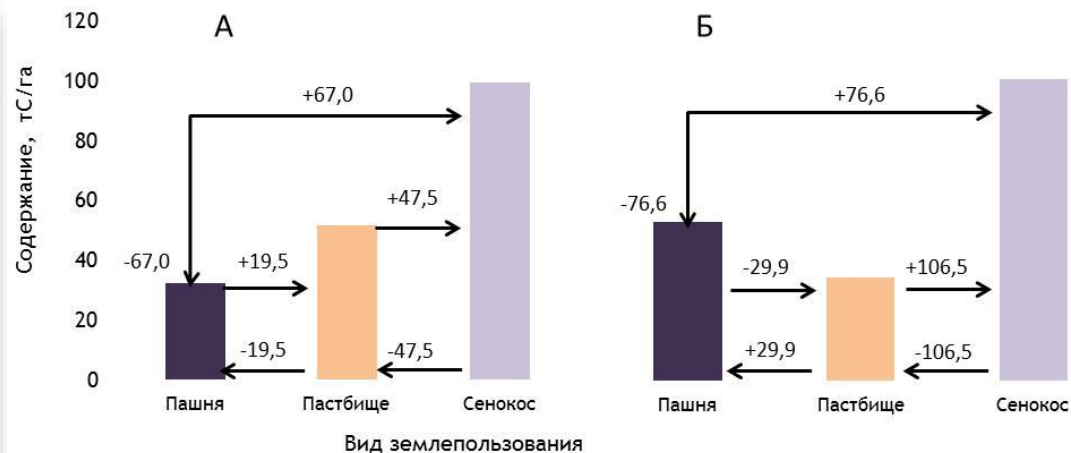


Рис. 4. Влияние изменения (трансформации) сельскохозяйственного землепользования на содержание ПОВ в слое 0,3 м: А. Владимирская область, Б. Рязанская область (Столбовой, Филь, 2023, в печати)

Таблица 26.8. Начальные средние величины запасов углерода в различных пулах лесных земель, переведенных в пахотные, тонн С га<sup>-1</sup>

Начальный запас (до конверсии), тонн С га <sup>-1</sup>				
надземная биомасса	подземная биомасса	мертвое органическое вещество	подстилка	почва
Покрытые лесом земли				
36,8	9,9	9,3	8,5	96,9
Земли, покрытые кустарниковой растительностью				
5,6	10,1	3,4	3,8	144,0

Таблица 27. Конечные средние запасы углерода биомассы, мертвого органического вещества и почвы, земель, переведенных в пахотные, тонн С га<sup>-1</sup>

Пул углерода	Средний запас углерода, тонн С га <sup>-1</sup>
Пахотные земли	
Биомасса	1,52 ± 0,5
Мертвое органическое вещество	0
Почва	55,65 ± 19,5

Таблица 26.9. Начальные средние запасы углерода биомассы, мертвого органического вещества и почвы по категориям земель, тонн С га<sup>-1</sup>

## 9. Расчет объема поглощений парниковых газов землями, переведенными в пахотные земли

### 9.1. Изменения запасов углерода

При переводе земель в пахотные земли следует использовать метод разницы запасов углерода в разных пулах согласно формуле (91):

$$\Delta C_{\text{конверсия}} = \sum_i (C_{\text{после}_i} - C_{\text{до}_i}) \times \Delta A_{\text{в пахотные}} / D \quad (91)$$

где:

$\Delta C_{\text{конверсия}}$  - изменение в запасах углерода в углеродных пулах (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) на землях, переведенных в пахотные земли; тонны С год<sup>-1</sup>;

$C_{\text{после}_i}$  - запасы углерода в углеродных пулах  $i$  (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) пахотных земель; тонны С га<sup>-1</sup>;

$C_{\text{до}_i}$  - запасы углерода в углеродных пулах  $i$  (биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва) в категориях земель до перевода; тонны С га<sup>-1</sup>;

$\Delta A_{\text{в пахотные}}$  - площадь категории земель, переведенных в пахотные земли в определенный год; га год<sup>-1</sup> (включает все переведенные земли, как из управляемых, так и неуправляемых категорий);

$D$  - период времени, в течение которого происходят изменения запасов углерода в пулах в результате перевода земель в пахотные земли, лет (в первом приближении используется значение равное 1 году; далее используется значение 20 лет);

$i$  - пул углерода: биомасса, мертвое органическое вещество, подстилка, почва.

9.2. Выбросы CO<sub>2</sub> и иных парниковых газов, кроме CO<sub>2</sub> от осушения органогенных почв земель, переведенных в пахотные земли определяются по формуле (92):

### 9.3. Выбросы парниковых газов от пожаров.

Оценка прямых выбросов CO<sub>2</sub> и иных парниковых газов от пожаров выполняется по формуле:

$$L_{\text{пожар}} = A * MB * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3} \quad (95)$$

Пул углерода	Средний запас углерода, тонн С га <sup>-1</sup>
Пастбища	
Биомасса, среднее по Российской Федерации	7,16 ± 3,1
- бореальная зона	8,28 ± 5,4
- суббореальная зона	6,03 ± 3,3
Мертвое органическое вещество, среднее по Российской Федерации	5,92 ± 2,6
- бореальная зона	4,48 ± 2,4
- суббореальная зона	7,36 ± 4,7
Почва	88,4 ± 40,5
Водно-болотные угодья	
Биомасса, среднее по Российской Федерации	12,9 ± 5,2
- полярная зона	10,3 ± 4,1
- бореальная зона	18,5 ± 20,1
- суббореальная зона	8,1 ± 3,7
- зона северных пустынь	14,7 ± 1,9
Мертвое органическое вещество, среднее по Российской Федерации	22,1 ± 2,9
- полярная зона	27,3 ± 8,1
- бореальная зона	31,3 ± 1,3
- суббореальная зона	25,6 ± 7,8
- зона северных пустынь	4,1 ± 1,1
Почва	-
Поселения	
Биомасса	0,85 ± 0,2
Мертвое органическое вещество	0
Почва	71,67 ± 25,1
Прочие земли	
Биомасса	0
Мертвое органическое вещество	0
Почва	0



# Методические уровни детальности национальной оценки парниковых газов

(IPCC Guidelines..., 2006; 2019)

## TIER 1

Используются зафиксированные экспертами IPCC данные о запасах углерода и коэффициенты изменения запасов для пахотных земель, стратифицированных по климату и типам почв.

## TIER 2

Применяются значения эталонных запасов углерода и/или коэффициентов изменения запасов, адаптированные к условиям конкретной страны и скорректированные на основе имеющейся в стране информации с более подробной стратификацией.

## TIER 3

Баланс углерода вычисляется на основе данных динамического моделирования выбросов и поглощения углерода.

Запасы органического углерода в почве по умолчанию для минеральных почв (тонны С га-1 на глубине 0–30 см) (IPCC, 2019)

Климатическая зона IPCC <sup>1</sup>	Классы почв IPCC <sup>2</sup>		
	Почвы с высоко-активной глиной (HAC) <sup>3</sup>	Почвы с низко-активной глиной (LAC) <sup>4</sup>	Песчаные почвы (SAN) <sup>5</sup>
Полярная сухая и влажная (Px)	59 ± 41% (24)	NA	27 ± 67% (18)
Бореальная сухая и влажная (Bx)	63 ± 18% (35)	NA	10 ± 90% (4)
Холодная умеренная сухая (C2)	43 ± 8% (177)	33 ± 90% (3)	13 ± 33% (10)
Холодная умеренная влажная (C1)	81 ± 5% (334)	76 ± 51% (6)	51 ± 13% (126)
Теплая умеренная сухая (W2)	24 ± 5% (781)	19 ± 16% (41)	10 ± 5% (338)
Теплая умеренная влажная (W1)	64 ± 5% (489)	55 ± 8% (183)	36 ± 23% (39)
Тропическая сухая (T4)	21 ± 5% (554)	19 ± 10% (135)	9 ± 9% (164)
Тропическая влажная (T3)	40 ± 7% (226)	38 ± 5% (326)	27 ± 12% (76)
Тропическая переувлажненная (T2)	60 ± 8% (137)	52 ± 6% (271)	46 ± 20% (43)
Тропическая горная (T1)	51 ± 10% (114)	44 ± 11% (84)	52 ± 34% (11)

Table 6.1.a and 6.1.b Status of reporting of carbon pools, other emissions, methodological tiers and key categories according to approach 1, CRF 4.

6.1.a	Carbon pools				Other emissions				
	Living biomass	Litter	Dead wood	Soil carbon mineral/organic <sup>1</sup>	4(I)	4(II) <sup>2</sup>	4(III)	4(IV)	4(V)
4. LULUCF	-	-	-	-	-	-	-	T2	-
4.A.1 (Forest Land remaining Forest Land)	T3	T3	T3	T3/T2	T1	T1	T2	-	T2
4.A.2 (Land converted to Forest Land)	T3	T2	T2	T2	NO	T1	T2	-	NO
4.B.1 (Cropland remaining Cropland)	T3	T3	T3	T3/T1	IE	T1	IE	-	IE
4.B.2 (Land converted to Cropland)	T3	T2	T2	T2	IE	T1	T2	-	IE

Иванов и др., 2021, DOI: 10.19047/0136-1694-2021-108-175-218

8.2. Ежегодное изменение запасов углерода в пуле минеральных почв пахотных земель рассчитывается по формулам (80 - 86):

$$\Delta C_{\text{минеральные}} = (C_{\text{fert}} + C_{\text{lime}} + C_{\text{plant}}) - (C_{\text{resp}} + C_{\text{erosion}}) \quad (80)$$

где:

$\Delta C_{\text{минеральные}}$  - изменения запасов углерода в пуле почвенного органического углерода в минеральных почвах, тонн С год<sup>-1</sup>;  
 $C_{\text{fert}}$  - поступление С с органическими и минеральными удобрениями, тонн С год<sup>-1</sup>;  
 $C_{\text{lime}}$  - поступление С с известковыми материалами, тонн С год<sup>-1</sup>;  
 $C_{\text{plant}}$  - поступление С с растительными остатками, тонн С год<sup>-1</sup>;  
 $C_{\text{resp}}$  - потери почвенного С с дыханием почв, тонн С год<sup>-1</sup>;  
 $C_{\text{erosion}}$  - механические потери почвенного С в результате эрозии и дефляции, тонн С год<sup>-1</sup>.

$$C_{\text{erosion}} = A * E_{\text{Ferosion}} \quad (85)$$

где:

$C_{\text{erosion}}$  - механические потери почвенного С в результате эрозии и дефляции, тонн С год<sup>-1</sup>;

A - площадь пахотных угодий, га;

$E_{\text{Ferosion}}$  - коэффициент потерь углерода при эрозии и дефляции почв, тонн С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>.

$$C_{\text{resp}} = \sum_i (Area_i * AC_{CO_2i} * Veg * 0,6 * 1,43) / 100 * 12/44 \quad (86)$$

где:

$C_{\text{resp}}$  - потери почвенного С с дыханием почв, тонн С год<sup>-1</sup>;

$Area_i$  - площадь соответствующего типа i почв пахотных земель, га;

$AC_{CO_2i}$  - серия средних коэффициентов по дыханию микрофлоры почвы пахотных земель и для пара, мг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>;

Veg - продолжительность вегетационного периода, часы;

0,6 - коэффициент для исключения дыхания корней (40%), не имеет размерности;

1,43 - коэффициент для включения в расчет дыхание почв в течение холодного периода года, не имеет размерности;

12/44 - коэффициенты для пересчета из единиц CO<sub>2</sub> в углерод.

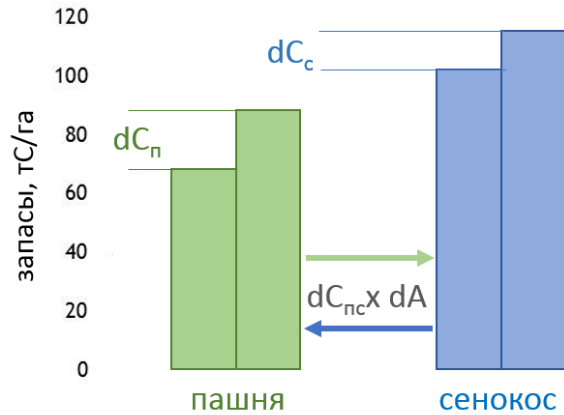
# Методические уровни детальности национальной оценки парниковых газов

(IPCC Guidelines..., 2006; 2019)

## TIER 1

## TIER 2

## TIER 3



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

SWEDISH ENVIRONMENTAL  
PROTECTION AGENCY  
National Inventory Report  
2022

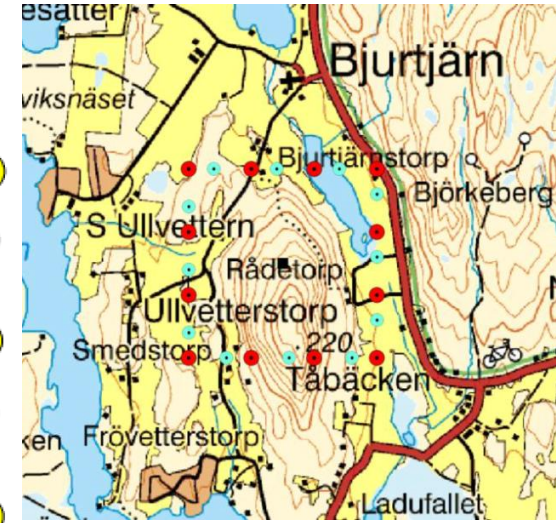
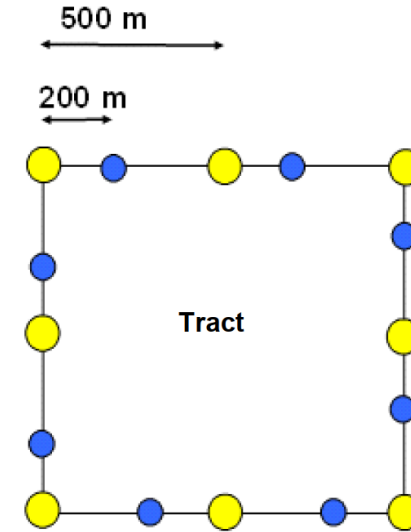
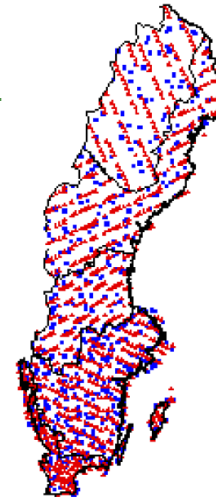


Table 6.2.a. Summary of net removals (-)/emissions (+) in living biomass (LB), dead wood, litter, dead organic matter (DOM), soil organic carbon (SOC) and harvested wood products (HWP) per land-use category. Note that carbon stock change in organic soils also includes DOC.

6.2a	Net emissions / removals (minus=removal) [Mt CO <sub>2</sub> year <sup>-1</sup> ]																					HWP
	Forest land					Cropland				Grassland				Wet-land SOC	Settlement				Other land			
	LB	Dead wood	Litter	SOC		LB	DOM	SOC		LB	DOM	SOC			LB	DOM	SOC		LB	DOM	SOC	
				Min	Org			Min	Org			Min	Org	Min			Org					
1990	-36.1	-5.1	9.9	-14.8	6.1	0.0	0.0	0.5	3.5	0.1	-0.2	-0.3	0.3	0.1	2.0	0.1	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	-4.8
1995	-35.7	-4.1	9.9	-14.8	6.1	-0.1	0.0	0.7	3.4	-0.3	-0.2	-0.3	0.3	0.1	1.9	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.1
2000	-36.7	-7.1	9.8	-14.8	6.1	-0.2	0.0	1.5	3.3	-0.3	-0.2	-0.4	0.4	0.1	1.7	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.9
2005	-22.8	-9.8	12.3	-14.9	6.0	-0.2	0.0	0.9	3.3	-0.1	-0.2	-0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.3
2010	-37.8	-7.6	4.8	-9.7	5.6	-0.2	0.0	0.5	3.2	0.7	-0.4	0.1	0.3	0.2	1.6	0.4	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-7.5
2011	-34.7	-10.1	4.7	-9.8	5.3	0.0	0.0	0.6	3.2	0.0	-0.1	0.1	0.3	0.2	1.2	0.3	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-7.0
2012	-35.2	-10.3	4.7	-9.8	5.2	-0.2	0.0	1.0	3.1	-0.1	-0.1	0.1	0.3	0.2	1.3	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-6.8
2013	-37.0	-6.5	5.0	-10.5	5.1	-0.2	0.0	0.9	3.1	0.1	-0.1	0.2	0.2	0.2	1.2	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-6.2
2014	-35.3	-6.5	5.5	-11.1	5.2	-0.3	0.0	0.5	3.1	-0.3	-0.1	0.0	0.2	0.2	1.9	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-7.4
2015	-33.6	-5.8	4.3	-10.8	5.3	0.1	0.0	0.4	3.1	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.2	2.3	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-7.4
2016	-30.7	-7.0	3.7	-10.3	5.3	-0.2	0.0	0.7	3.0	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.2	1.4	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-8.2
2017	-30.7	-5.0	3.9	-10.6	5.5	-0.2	0.0	1.1	3.0	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.2	1.2	0.3	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-6.5
2018	-30.8	-5.1	3.3	-11.0	5.8	-0.2	0.0	1.4	3.0	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.2	1.2	0.3	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-6.0
2019	-30.9	-5.2	3.2	-11.0	5.8	-0.2	0.0	-0.1	3.0	0.2	-0.1	0.0	0.3	0.2	1.2	0.3	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-6.5
2020	-31.1	-6.2	3.0	-11.0	5.7	-0.3	0.0	-0.2	3.0	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.9	0.3	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	-7.4

Table 6.4. Land-Use Categories 2015, 2016 and gross and net land use transfers 2015 to 2016 (based on about 30 000 permanent sample plots inventoried 1983-). Up to eight figures are presented to confirm the consistency between areas in CRF tables 4A to 4F and land use transitions between years. This should be interpreted as the consistency is high given the sample –not that the accuracy of estimates are up to eight figures.

Area [kha]	"From" Year 2015	"To" Year 2016					
		Forest Land	Crop-Land	Grass-Land	Wet-Land	Settle-Ments	Other Land
F	28123.86	28103.37	0.35	3.77	7.58	8.48	0.31
C	2858.07	3.95	2846.43	6.68	0.00	1.02	0.00
G	512.74	6.60	1.09	504.05	0.00	1.00	0.00
W	7446.63	6.00	0.00	0.00	7440.63	0.00	0.00
S	1883.41	4.40	0.00	0.00	0.00	1879.02	0.00
O	4311.62	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4310.71
Sum		28125.22	2847.86	514.50	7448.21	1889.51	4311.02



# Методические уровни детальности национальной оценки парниковых газов

(IPCC Guidelines..., 2006; 2019)

## TIER 1

Используются зафиксированные экспертами IPCC данные о запасах углерода и коэффициенты изменения запасов для пахотных земель, стратифицированных по климату и типам почв.

Россия, Индия, ...

## TIER 2

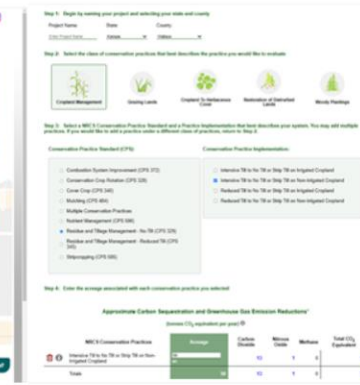
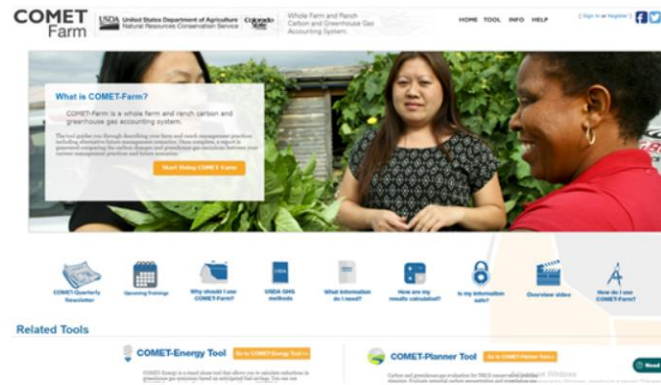
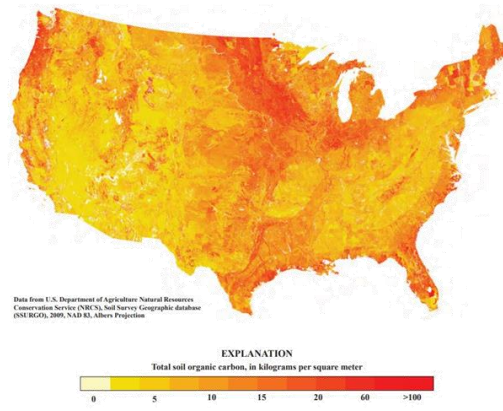
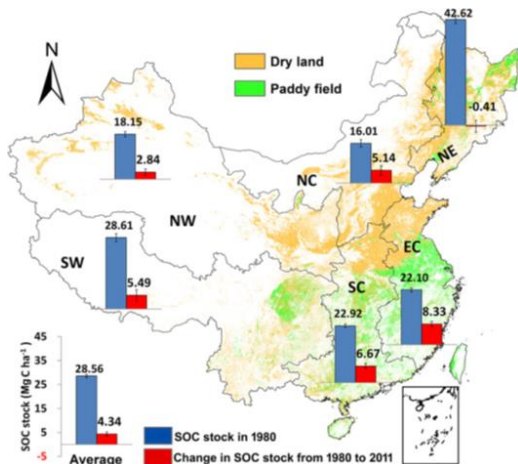
Применяются значения эталонных запасов углерода и/или коэффициентов изменения запасов, адаптированные к условиям конкретной страны и скорректированные на основе имеющейся в стране информации с более подробной стратификацией.

Китай, Германия, ...

## TIER 3

Баланс углерода вычисляется на основе данных динамического моделирования выбросов и поглощения углерода.

США, Швеция, Финляндия, Австралия, Новая Зеландия и др.



сайт инструмента COMET-Farm (USDA), применяемого для отчетности в оценке запасов углерода (главная страница) и COMET-Planner, инструмент для ориентировочных расчетов изменения секвестрации углерода и коэффициентов сокращения эмиссии парниковых газов.



Рисунок 1.2 – Общая схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов





Научно-методическое обеспечение расчета объема поглощения парниковых газов в сельскохозяйственном землепользовании

- принципы регионального и национального обобщения компонентов бюджета углерода;
- равновесные запасы углерода в почвах в различных режимах использования;
- dC на фоне пространственной изменчивости
- аналитическое обеспечение мониторинга в климатических проектах
- динамика площадей угодий
- ...

Совершенствование нормативно-правовых и организационных форм сбора отраслевой отчетности в сельскохозяйственном землепользовании

- Минсельхоз РФ
- Агрохимическая служба МСХ
- Географическая сеть опытов с удобрениями
- ...

Рисунок 1.2 – Общая схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов

# ИСПОЛНЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РКИК ООН'92 – Киото протокол'97 – Париж'15

1.

Направленное воздействие

- снижение выбросов
- увеличение поглощения

2.

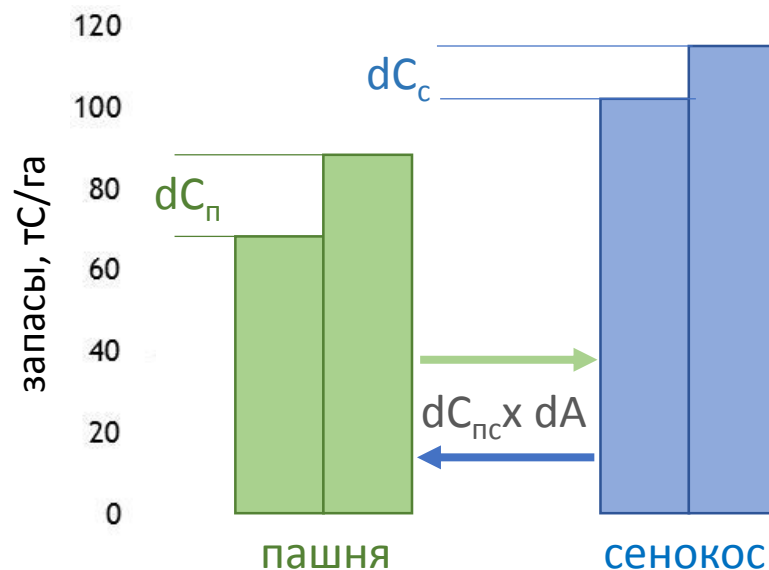
Порядок расчета изменений  
запасов углерода в биомассе  
и почвах с/х угодий  
(TIER 1 –TIER 2 – TIER 3)

3.

Национальный кадастр  
антропогенных выбросов ...

4.

РКИК ООН



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



# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ

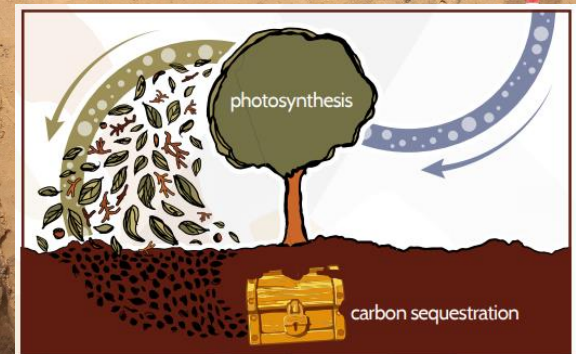
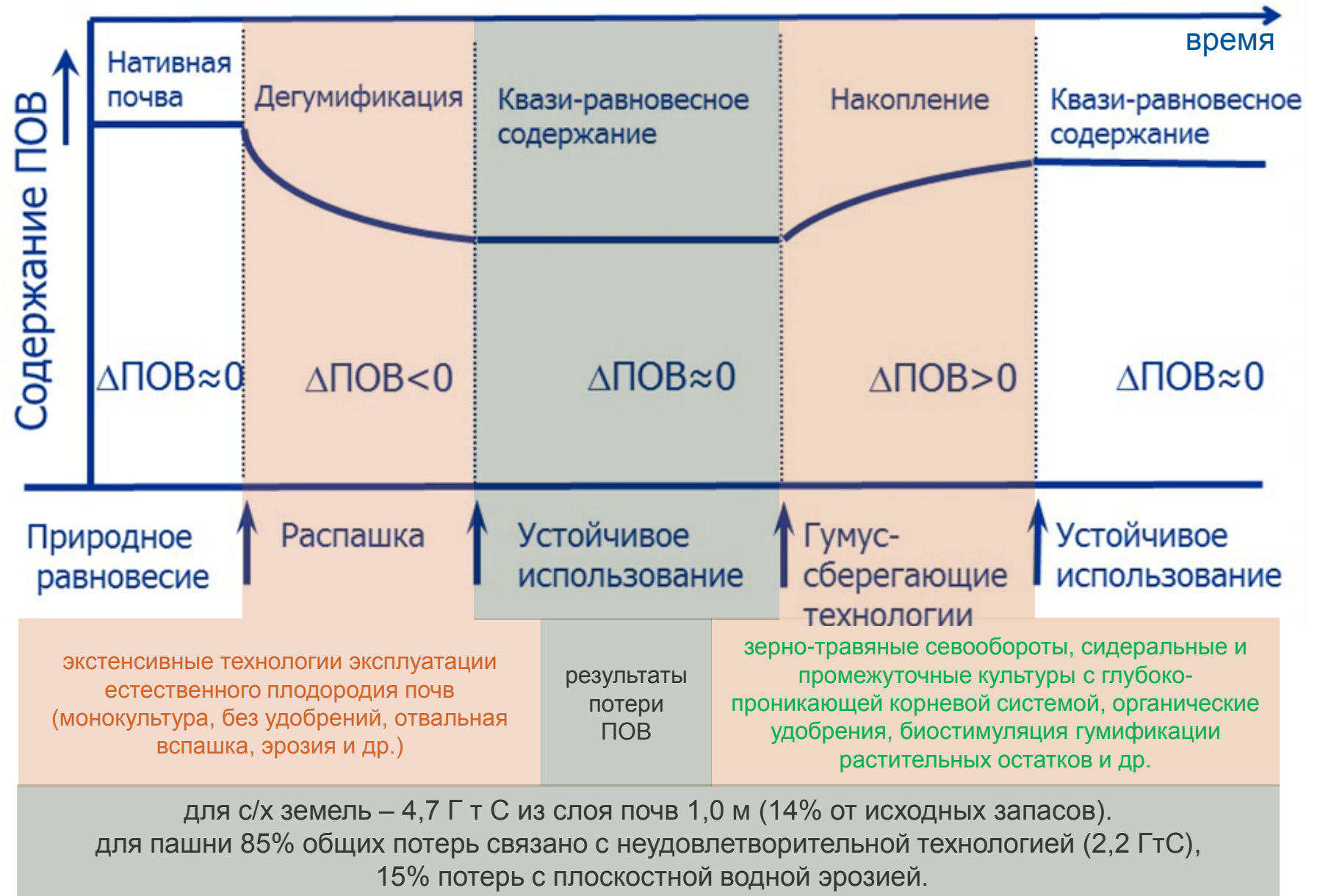


FIG. 5: THE WORLD'S SOILS CAN ACT AS A CARBON SINK





Федеральная  
служба по  
гидрометеорологии  
и мониторингу  
окружающей среды  
(Росгидромет)



## ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 2 февраля 2023 г. № 154

МОСКВА

#### О порядке ведения государственного реестра земель сельскохозяйственного назначения

В соответствии со статьей 15<sup>1</sup> Федерального закона "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения" Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т :**

1. Утвердить прилагаемые Правила ведения государственного реестра земель сельскохозяйственного назначения.

2. Реализация полномочий федеральных органов исполнительной власти, предусмотренных настоящим постановлением, осуществляется в пределах установленной Правительством Российской Федерации предельной численности работников федеральных органов исполнительной власти, а также бюджетных ассигнований, предусмотренных указанным органам в федеральном бюджете на руководство и управление в сфере установленных функций.

3. Министерству сельского хозяйства Российской Федерации:

а) в 3-месячный срок обеспечить техническую готовность Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, к приему запросов о предоставлении сведений, содержащихся в государственном реестре земель сельскохозяйственного назначения, поступающих из федеральной государственной информационной системы "Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)";

л) сведения о фактическом использовании земельного участка (выращивание сельскохозяйственных культур, садоводство, виноградарство, разведение и (или) содержание сельскохозяйственных животных, ценных пушных зверей, домашних пород птиц, пчел, выращивание объектов рыбоводства (аквакультуры) и т.п.);

м) сведения об использовании земельного участка для ведения племенного животноводства, селекции, семеноводства, сортоиспытаний, для размещения коллекций генетических ресурсов растений, для выращивания уникальных видов культур;

н) сведения о выращенном на земельном участке зерне (вид сельскохозяйственной культуры зерна, масса зерна (нетто в килограммах), произведенного в день уборки урожая);

о) сведения о производимой на земельном участке сельскохозяйственной продукции, продовольствии, промышленной и иной продукции с улучшенными характеристиками, органической продукции;

п) сведения о севе сельскохозяйственных культур, видах таких культур, о массе произведенных сельскохозяйственных культур;

р) сведения о применении пестицидов и агрохимикатов (вид, способ применения, дозировка применения (килограмм на гектар, литр на гектар), дата проведенных работ по обработке пестицидами и агрохимикатами земель сельскохозяйственного назначения, об обезвреживании, утилизации, уничтожении и захоронении пестицидов и агрохимикатов);

с) даты и результаты проведения почвенных, геоботанических и других обследований земельного участка;

т) сведения о плане проведения мероприятий по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения, составленном по результатам проведения почвенных, геоботанических и других обследований;

у) сведения о проведенных мероприятиях по воспроизводству земель сельскохозяйственного назначения;

ф) сведения о результатах проведения федерального государственного земельного контроля (надзора);

х) сведения о результатах федерального государственного контроля (надзора) в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами и выявленных нарушениях законодательства, связанных с регламентами применения пестицидов и агрохимикатов;

ц) сведения о проектах рекультивации, консервации земельных участков и мероприятиях, выполненных в рамках таких рекультивации, консервации;

ч) мультиспектральные и панхроматические данные дистанционного зондирования Земли из космоса;

Совершенствование  
нормативно-правовых и  
организационных форм  
сбора отраслевой  
отчетности в  
сельскохозяйственном  
землепользовании

- Минсельхоз РФ
- Агрохимическая служба МСХ
- Географическая сеть опытов с удобрениями
- ...

Рису  
выб



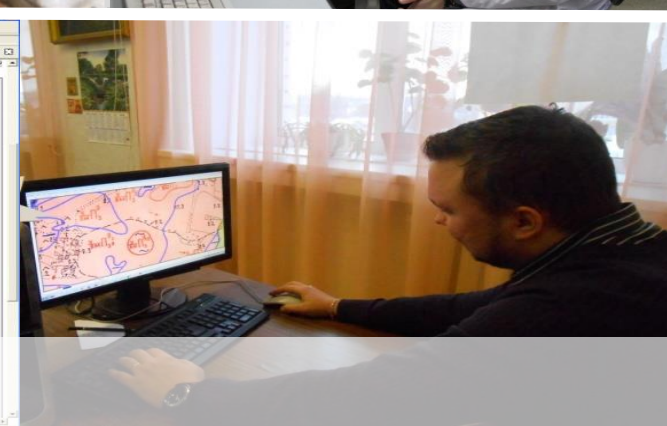
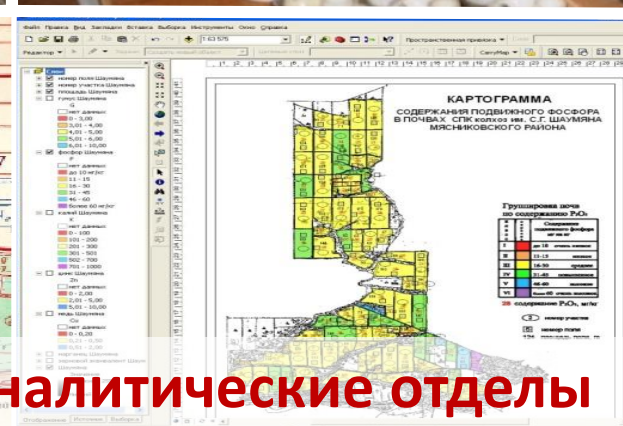
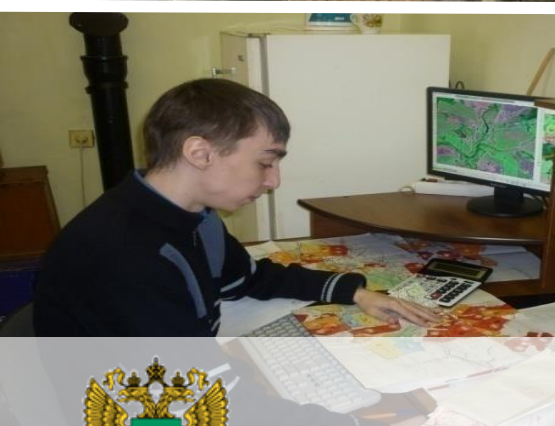
# Агрохимическая служба Минсельхоза России



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

Полевые отряды

Аккредитованные лаборатории



Информационно-аналитические отделы



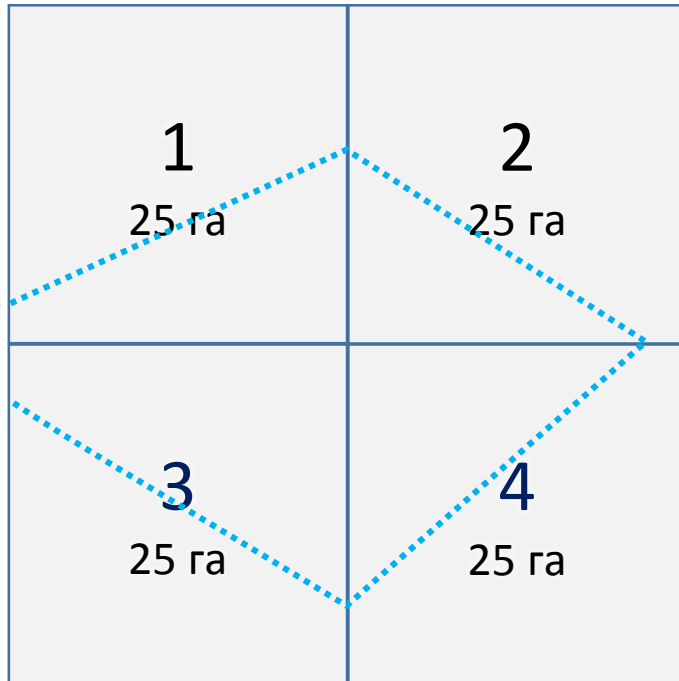


# Агрохимическая служба Минсельхоза России



## Полевой отбор проб при агрохимическом обследовании

Схема элементарных участков  
и маршрутных ходов

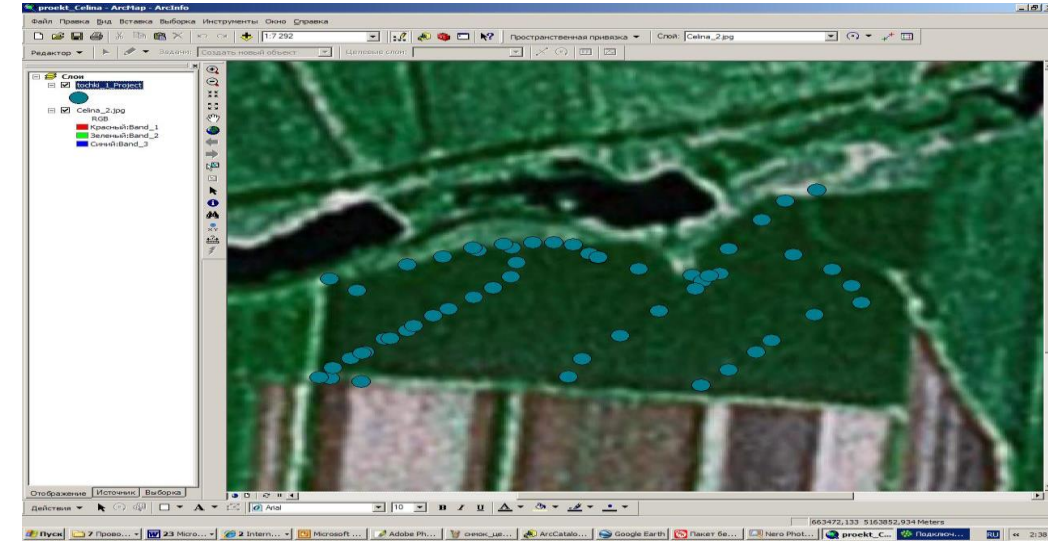


Смешанная проба из 20 индивидуальных уколов в пределах каждого участка

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)





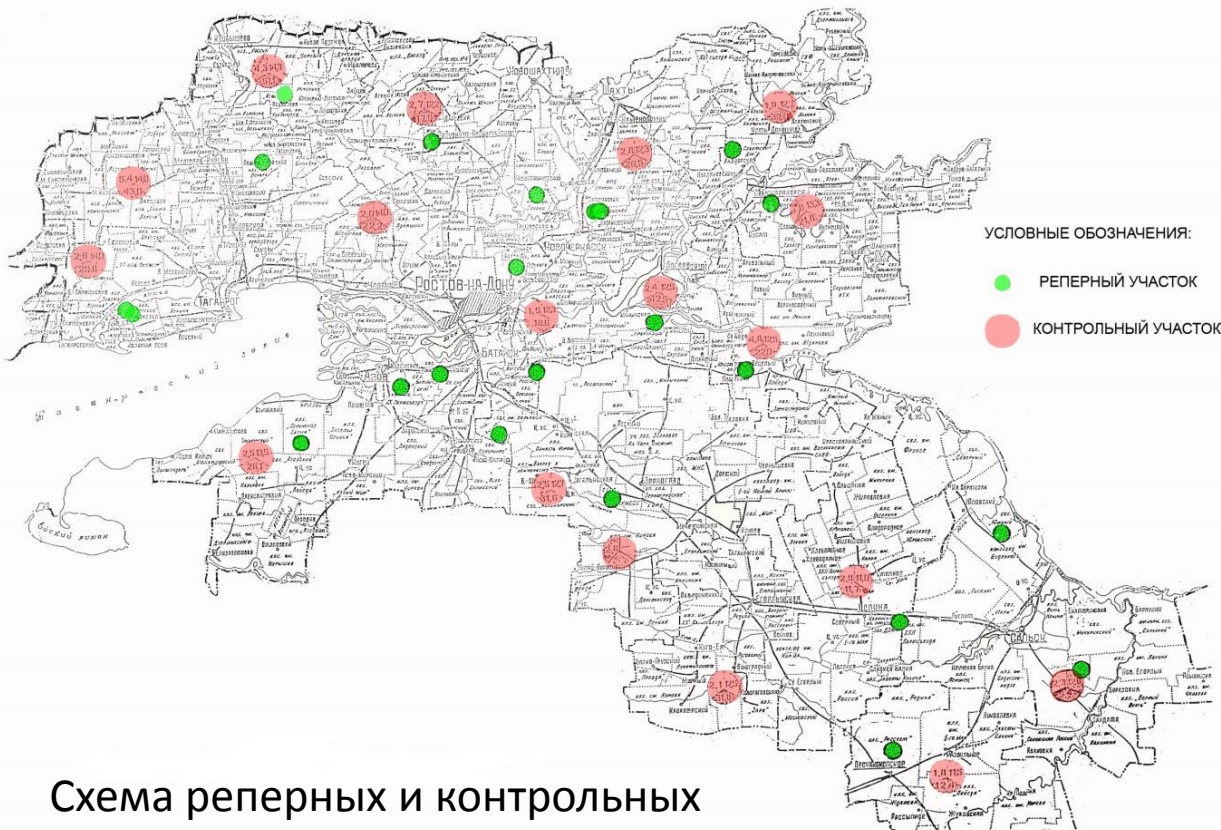




# Агрохимическая служба Минсельхоза России



2105 контрольных и реперных участков локального агроэкологического мониторинга по всей России



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

● РЕПЕРНЫЙ УЧАСТОК

● КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК

Схема реперных и контрольных участков локального мониторинга в зоне обслуживания ФГБЦ ГЦАС «Ростовский»



Реперные участки (поле или часть поля) заложены как на пахотных землях, так и на сенокосах и пастбищах.

Площадь реперного участка 4 – 40 га.

**Реперный участок отражает преобладающий почвенный покров, историю землепользования, интенсивность и характер применения средств химизации, проведения различных мелиоративных мероприятий.**

Наблюдения на контрольных участках ведутся с 1976 года, на реперных с 1995 года, ежегодно в пределах пахотного горизонта и один раз в 5 лет в пределах метровой толщи.

Совмещение двух способов мониторинговых наблюдений – сплошного и локального дает возможность получения поправочных коэффициентов для расчета углеродного баланса и формирования углеродных квот с учетом изменений во всем почвенном профиле, а также ежегодного и пятилетнего контроля меняющихся параметров. Внедрение дополнительных показателей на участках локального мониторинга в виде учета чистой первичной продукции, валовой первичной продукции, оценки скорости потока  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы, оценки дыхания почвенной гетеротрофной микрофлоры позволит сформировать систему высокоточного мониторинга потоков  $\text{CO}_2$  связанных с сельскохозяйственным производством.





Научно-методическое обеспечение расчета объема поглощения парниковых газов в сельскохозяйственном землепользовании

- принципы регионального и национального обобщения компонентов бюджета углерода;
- равновесные запасы углерода в почвах в различных режимах использования;
- dC на фоне пространственной изменчивости
- аналитическое обеспечение мониторинга в климатических проектах
- динамика площадей угодий
- ...

Совершенствование нормативно-правовых и организационных форм сбора отраслевой отчетности в сельскохозяйственном землепользовании

- Минсельхоз РФ
- Агрохимическая служба МСХ
- Географическая сеть опытов с удобрениями
- ...

Рисунок 1.2 – Общая схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов





«УГЛЕРОД В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: МОНИТОРИНГ». РЕАЛИЗАЦИЯ  
ВАЖНЕЙШЕГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ  
«ЕДИНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ  
ВЕЩЕСТВ» (Москва, ИКИ РАН, 15–16 февраля 2023 г.)

# Национальный учет бюджета углерода в агроэкосистемах на основе наземных измерений

*Козлов Д.Н.*

ФИЦ Почвенный институт имени В.В. Докучаева





# НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ

1992 – Рамочная Конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН)

1994 – Российская Федерация ратифицирует РКИК ООН

2004 – Российская Федерация ратифицирует Киотский протокол к РКИК ООН

2006 – Российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов

2006 – Порядок формирования и функционирования российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (Росгидромет МПР РФ)

ФГБУ «ИГКЭ» – сбор, обработка и хранения исходных данных, проведение оценок выбросов и абсорбции парниковых газов по категориям источников и секторам МГЭИК и подготовка отчетных материалов для представления в органы РКИК и Киотского протокола

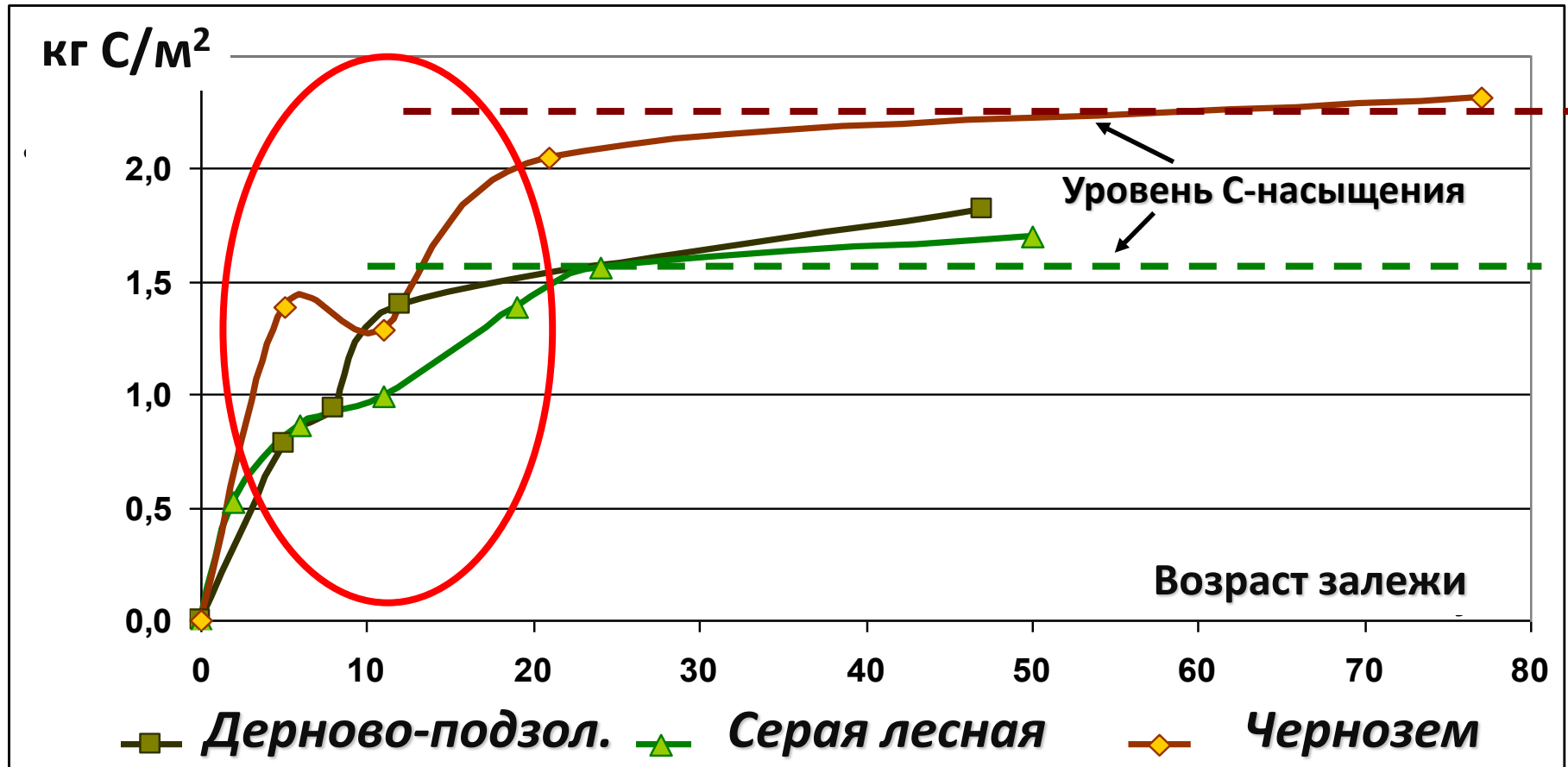
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КАДАСТР антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (ежегодно с 2015 года)



Страна	ЗИЗЛХ	Управляемые леса	Пашня и многолетние насаждения	сенокосы и пастбища	
Россия (	-569,2	-622,2	69,6	-31,8	
Германия	-21,7	-58,1	16,5	16,9	8x8 км x 1 м
США			-46		
Китай	-890	-779	-66	-45	
Швеция (2020)	-39,8	-39,6	2,5	0,2	
Австралия					



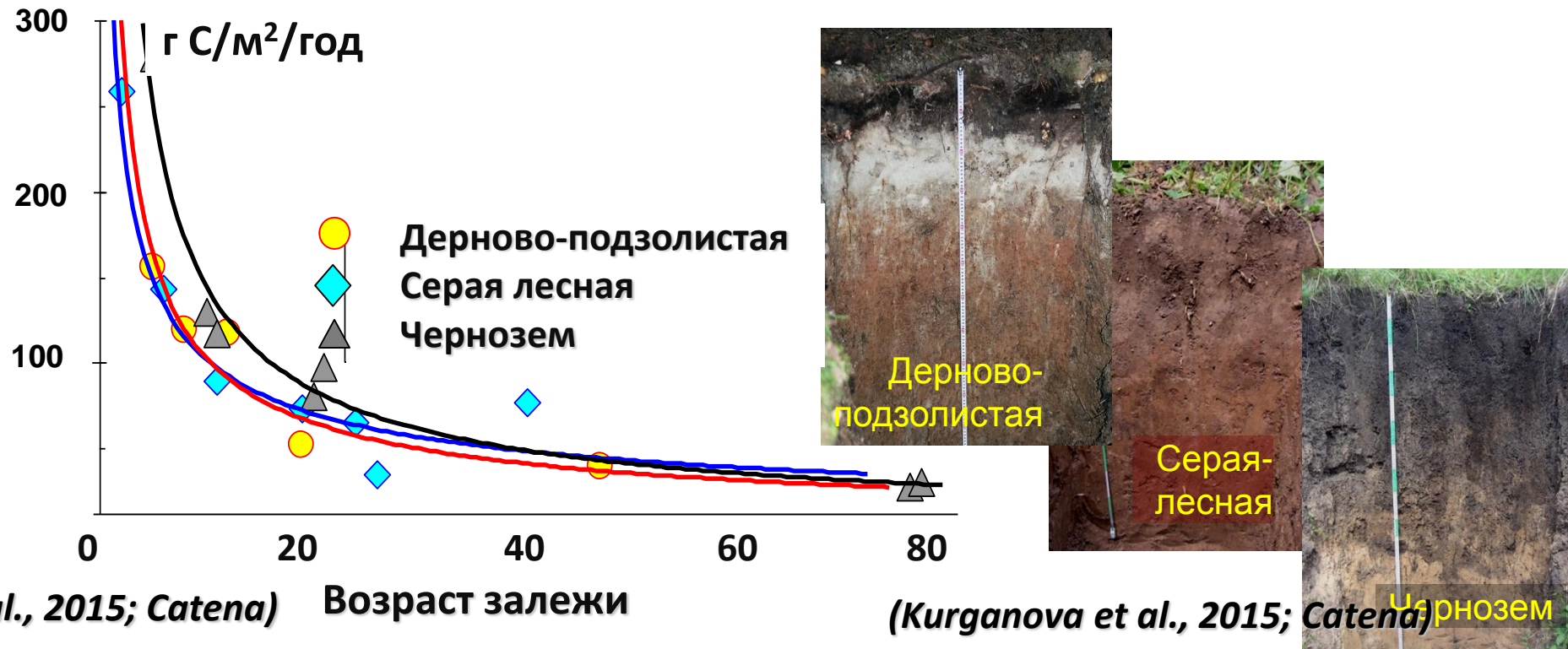
# Изменение запасов Сорг в почвах после забрасывания пахотных угодий (слой 0-20 см)



(Kurganova et al., 2015; Catena)

# Скорости секвестрирования Сорг в почвах разных типов после забрасывания пашни (Kurganova et al., 2010; Tellus B)

Период после забрасывания годы	Средняя скорость секвестрирования С, г /м <sup>2</sup> /год		
	Дерн.-Подзол.	Серые-Лесные	Черноземы
<b>1-15</b>	<b>131 ± 13</b>	<b>134 ± 36</b>	<b>175 ± 52</b>
<b>16-30</b>	<b>46 ± 7</b>	<b>67 ± 11</b>	<b>89 ± 30</b>
<b>&gt; 30</b>	<b>39 ± 1</b>	<b>58 ± 19</b>	<b>36 ± 4</b>

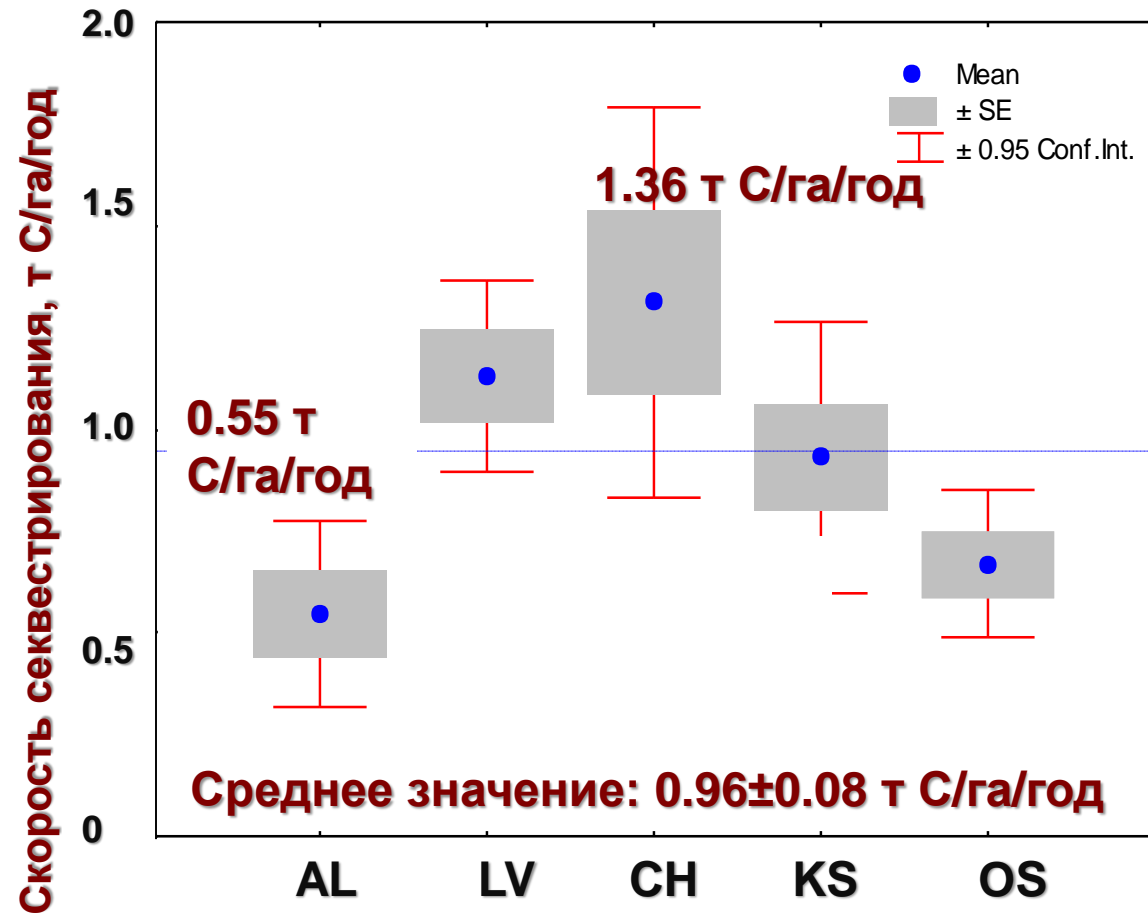
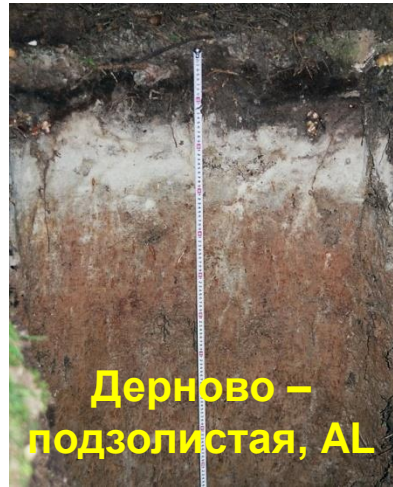


(Kurganova et al., 2015; Catena) Возраст залежи

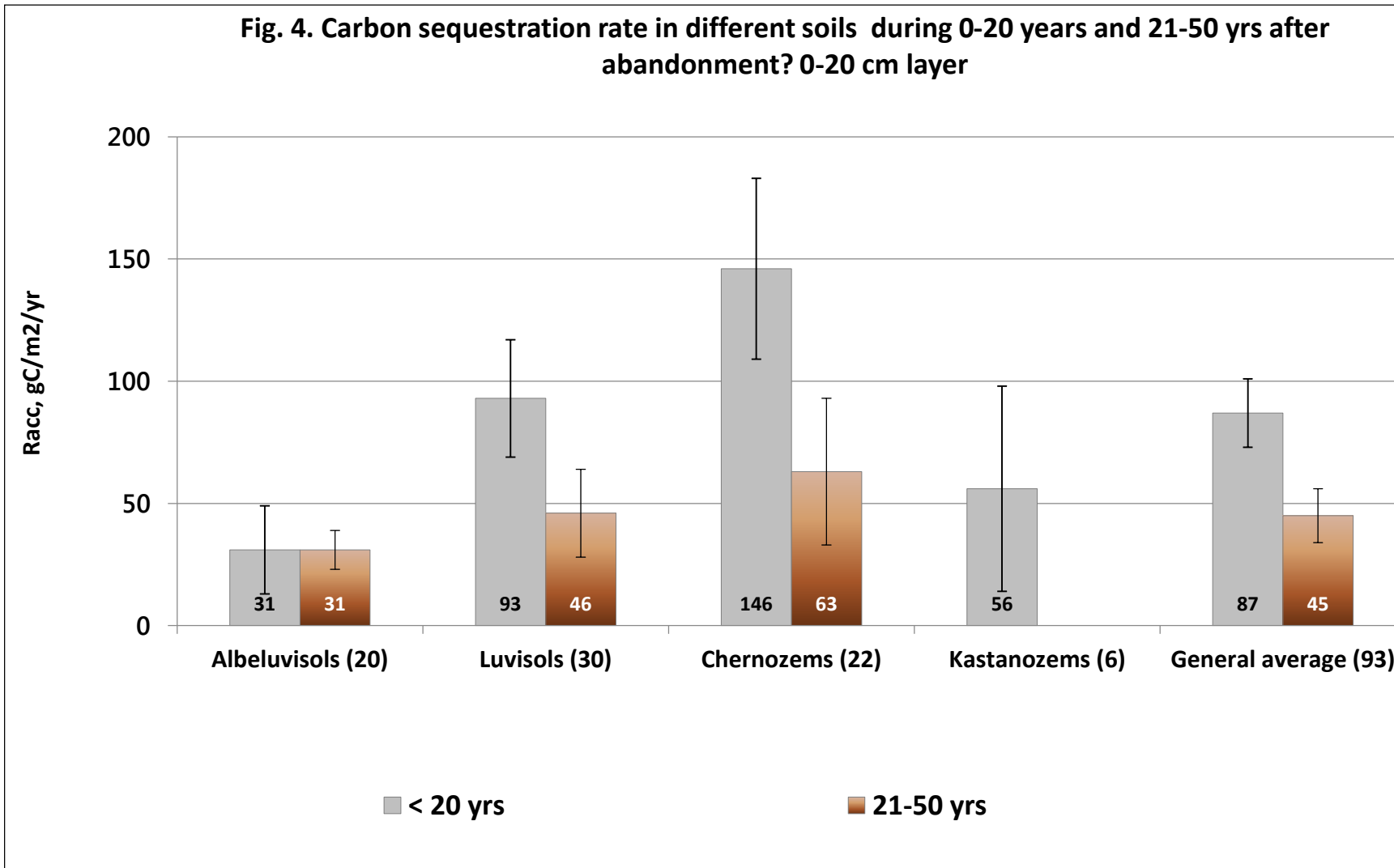
(Kurganova et al., 2015; Catena)



# Средняя скорость секвестрирования Сорг в почве за 20 лет после перевода пашни в залежь



**Fig. 4. Carbon sequestration rate in different soils during 0-20 years and 21-50 yrs after abandonment? 0-20 cm layer**

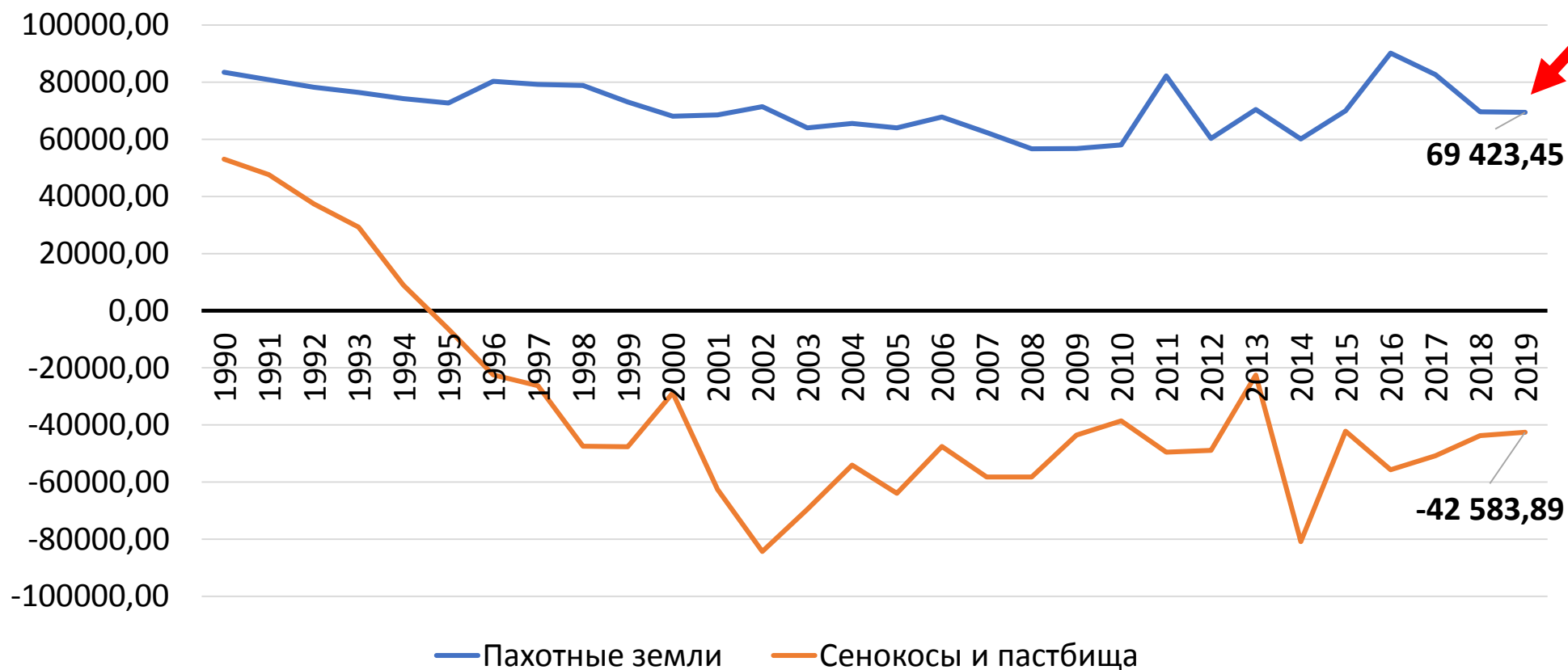




# Эмиссия CO<sub>2</sub> от с.х. почв (сектор ЗИЗЛХ)



ТЫС. ТОНН



61% от суммарного выброса в секторе с.х. (114,2 млн. тонн CO<sub>2</sub> экв.)

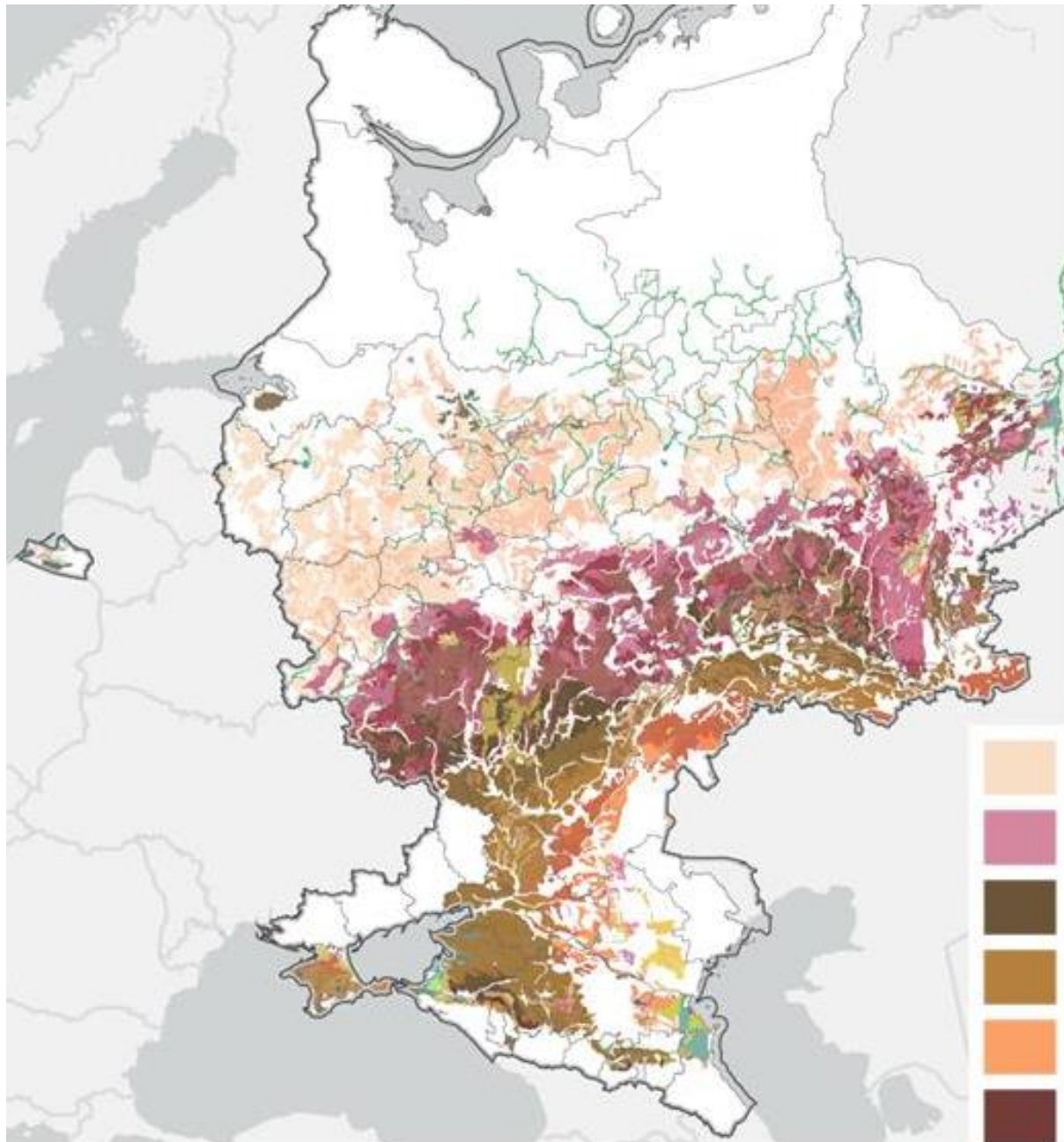
## ГИС-платформа «Почвенные ресурсы сельскохозяйственных угодий РФ» (Столбовой и др., 2021)

54695 картографических единиц

10107 типологических единиц качества почв

Полнота и детальность цифровой карты (слоя «почвы») соответствует географическому масштабу 1:300 000 – 1:500 000, что позволяет проецировать ТЕКП с достаточной детальностью на субъекты РФ.

- концентрация органического углерода и плотность почв из справочника Физико-химических свойств почв сельскохозяйственного назначения (1996)
- площади сельскохозяйственных угодий их данных статистического учета муниципальных образований РФ.





# Запасы (Stocks)

Атмосфера: 830

Растительность:  $550 \pm 100$

Почвы 40 см:  $860 \pm ?$

Почвы 2-м:  $2400 \pm ?$

$$8.9/2400 = 0.0037$$

# Потоки (Fluxes)

$+4.3 \pm 0.1$

$2.9 \pm 0.8$

$0.9 \pm 0.5$

$8.9 \pm 0.4$

$2.6 \pm 0.5$

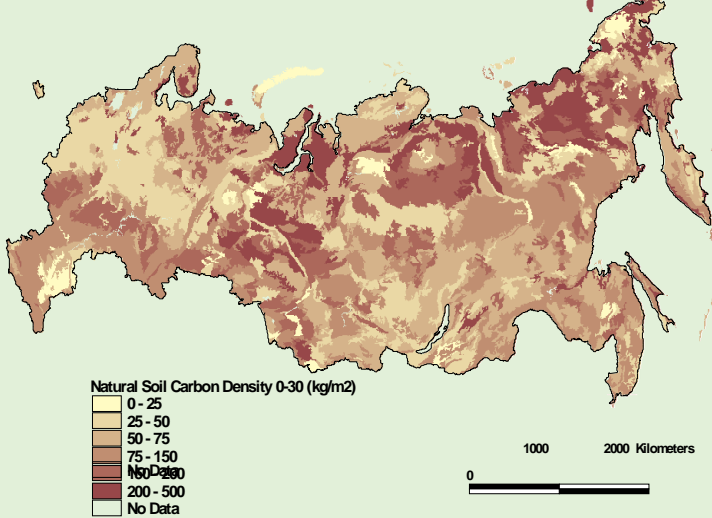


$9.8 \pm 0.9$

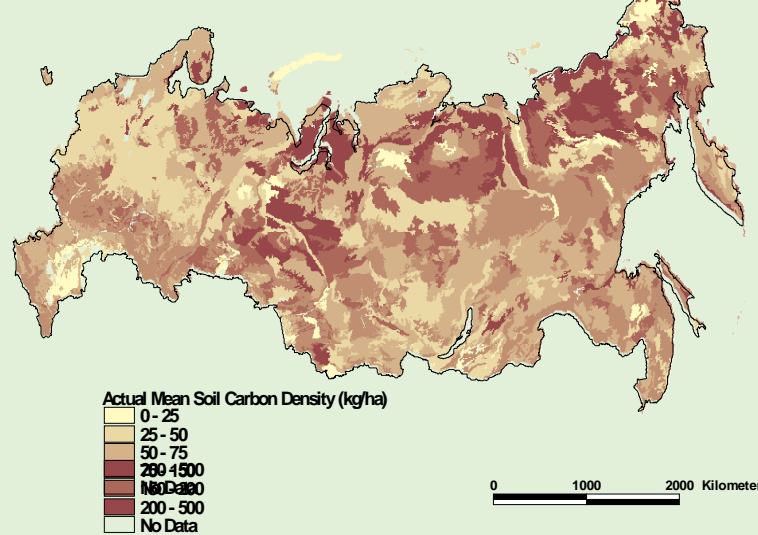
млрд тонн C

# БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ

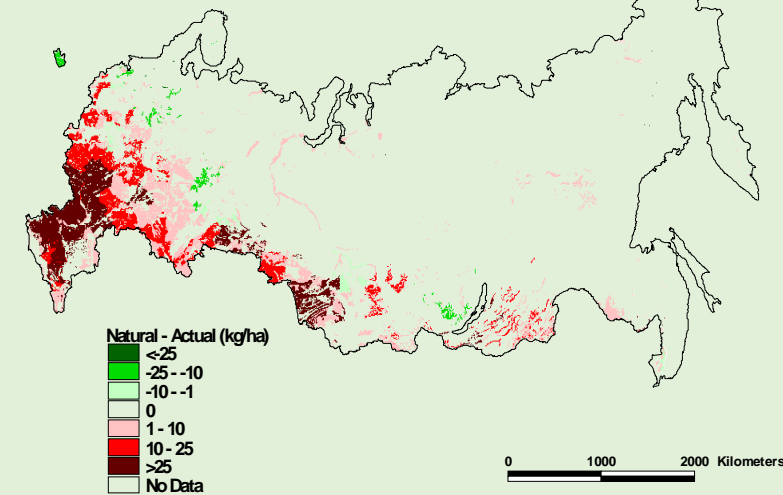
Нативные (природные) запасы, кг С на м<sup>2</sup> в слое 30 см



Актуальные запасы, кгС на м<sup>2</sup> в слое 30 см

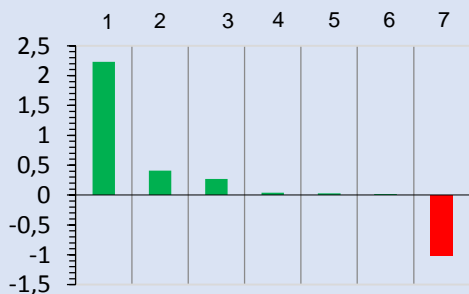


Антропогенно-иницированные изменения запасов, кгС на м<sup>2</sup> в слое 30 см



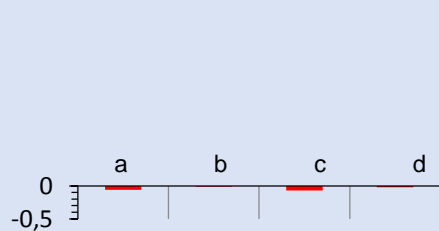
## Агротехнологии регулирования баланса углерода в почвах агроэкосистем России

культура севооборота



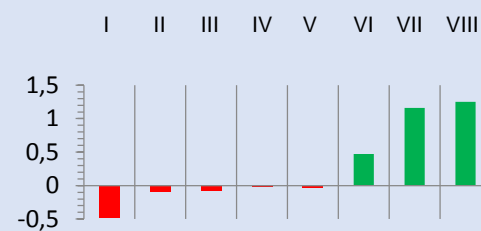
1 – многолетние травы; 2 – озимая рожь; 3 – озимая пшеница; 4 – овес; 5 – яровая пшеница; 6 – ячмень; 7 – картофель

обработка почв



a – отвальная; b – комбинированно-энергосберегающая; c – комбинированно-ярусная; d – противозерозионная

система удобрений



I – нулевой (фон); II – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; III – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; IV – N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; V – N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>; VI – навоз 40 тонн; VII – навоз 40 тонн + N<sub>40</sub>; VIII – навоз 40 тонн + N<sub>60</sub>

## ОБЩИЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ПОЧВ С/Х ЗЕМЕЛЬ

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

из них для пахотных почв:

85% потерь связаны с неудовлетворительной технологией (2,2 ГтС),

15% потерь с плоскостной водной эрозией.

(Столбовой, 2019)