A vibrant sunset over a field of sunflowers. The sky is filled with soft, colorful clouds in shades of orange, yellow, and purple. The sun is low on the horizon, casting a warm glow over the scene. In the foreground, several sunflowers are in full bloom, their bright yellow petals and dark brown centers clearly visible. The background shows a line of trees under the twilight sky.

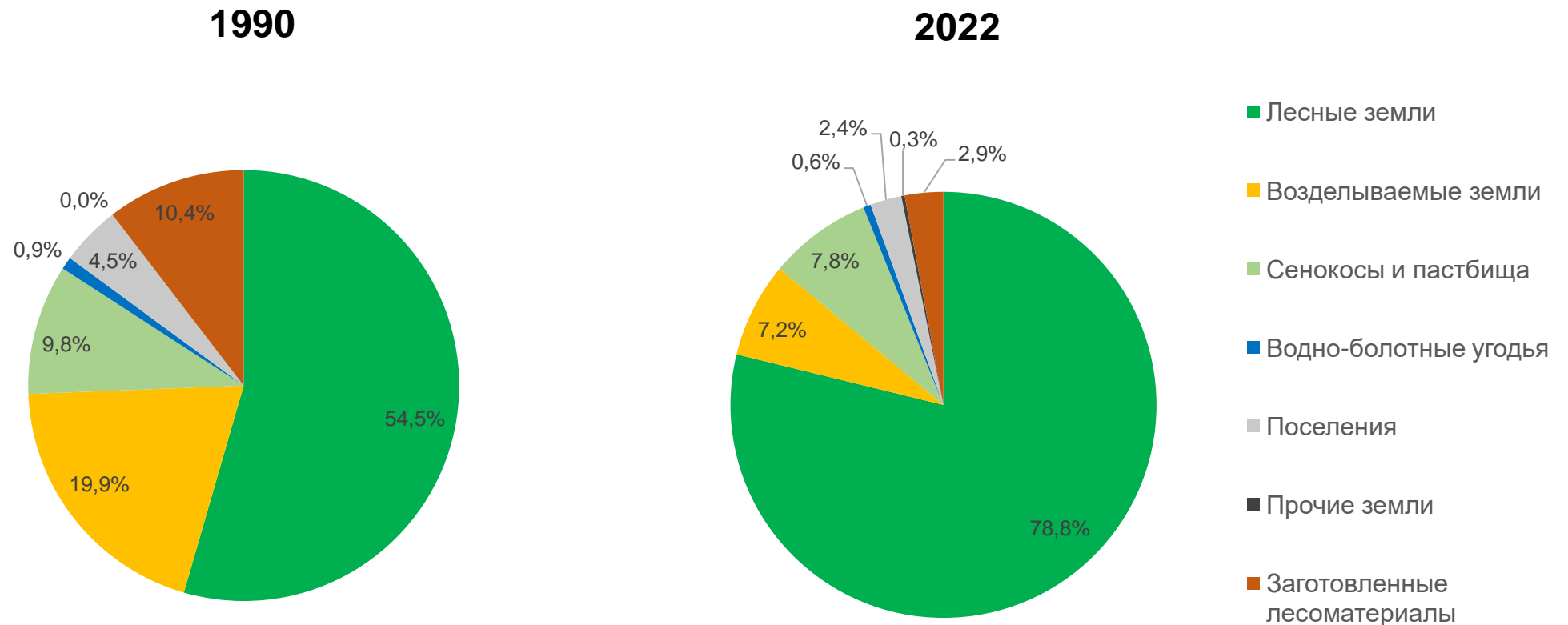
**Порядок формирования и результаты оценки  
вклада сельскохозяйственного  
землепользования в сектор ЗИЗЛХ  
Национального кадастра парниковых газов**

**А.А. Романовская, А.В. Исаева, В.Н. Коротков**

**Институт глобального климата и экологии  
имени академика Ю.А. Израэля**

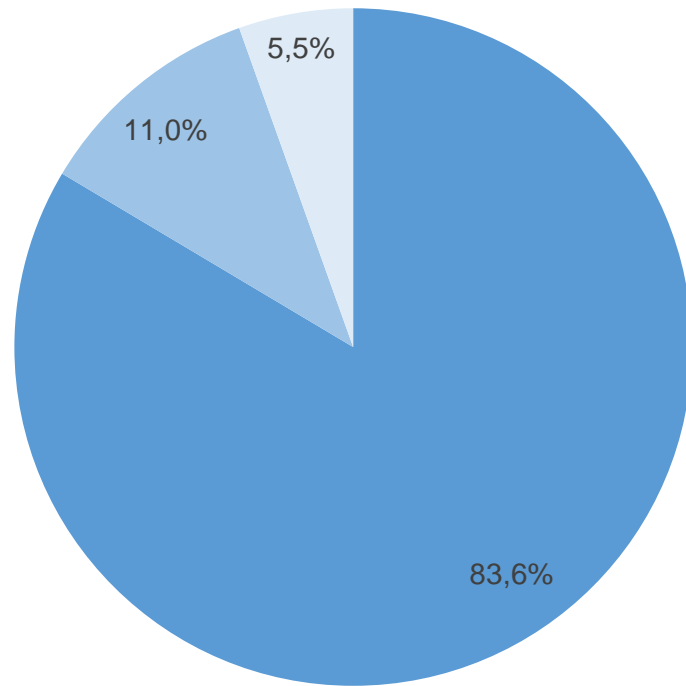
Москва, 2024

# Вклад различных категорий землепользования в баланс парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ



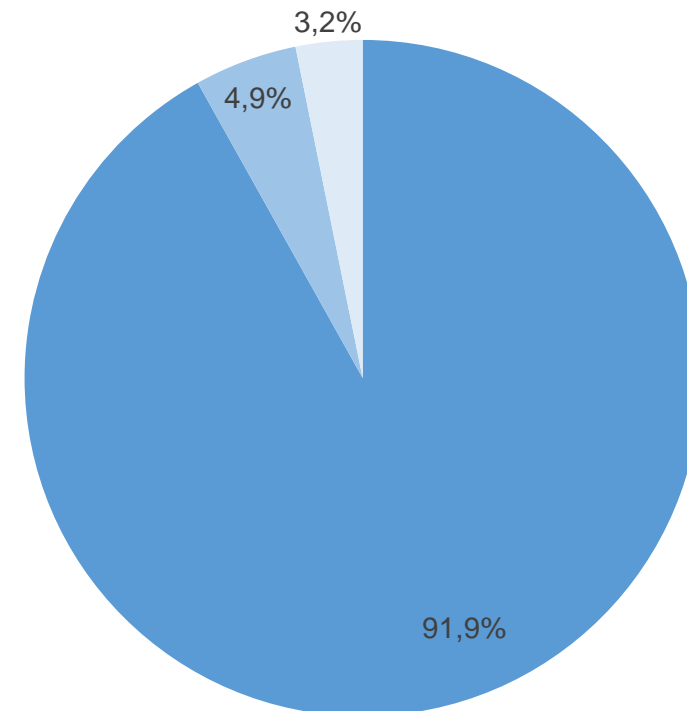
# Вклад различных парниковых газов в баланс парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ

1990



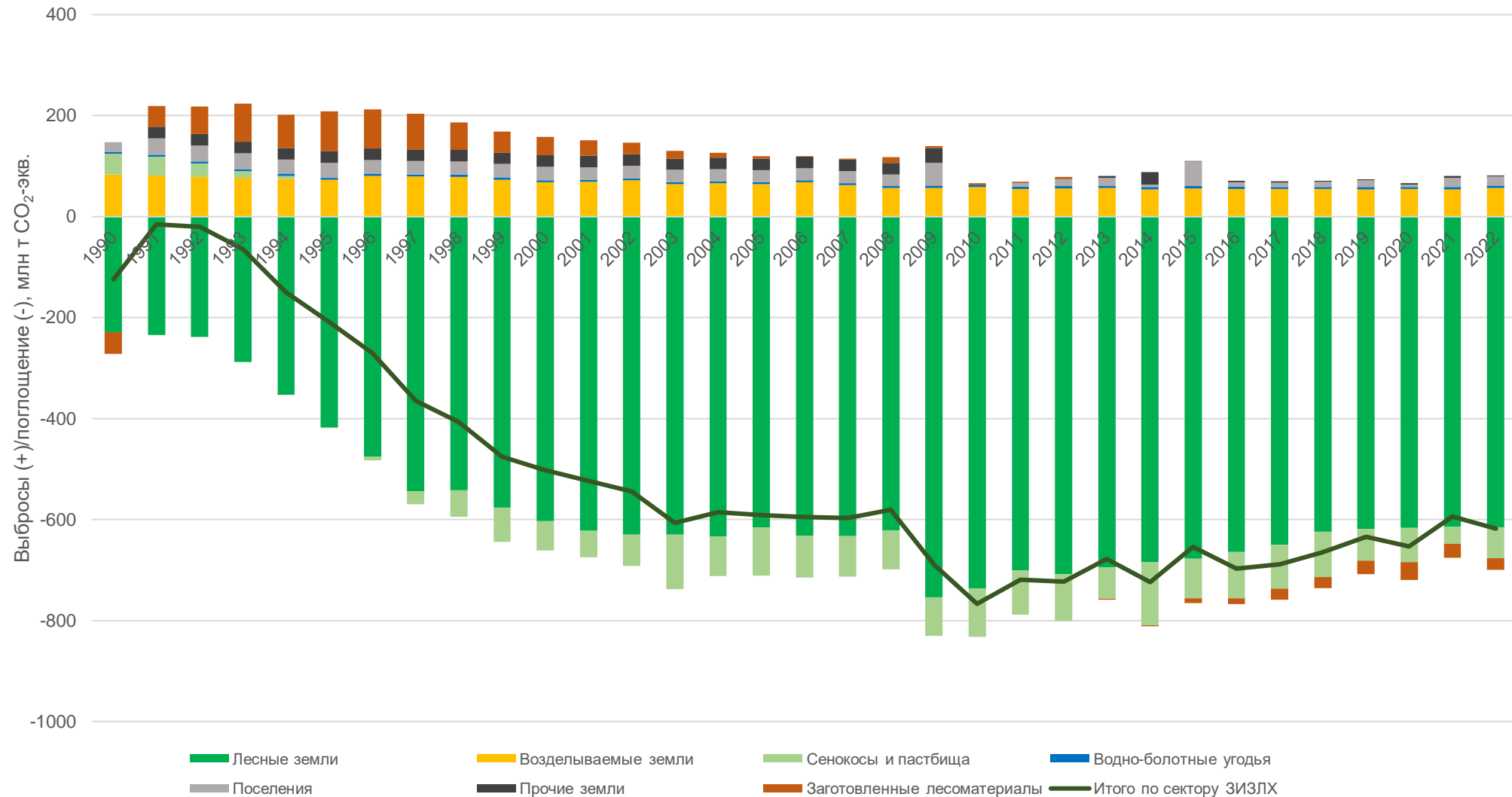
■ CO2 ■ CH4 ■ N2O

2022

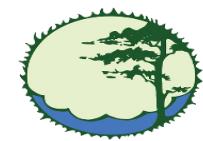


■ CO2 ■ CH4 ■ N2O

# Баланс парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ







# Соответствие определений категорий земель МГЭИК и типов угодий Российской Федерации

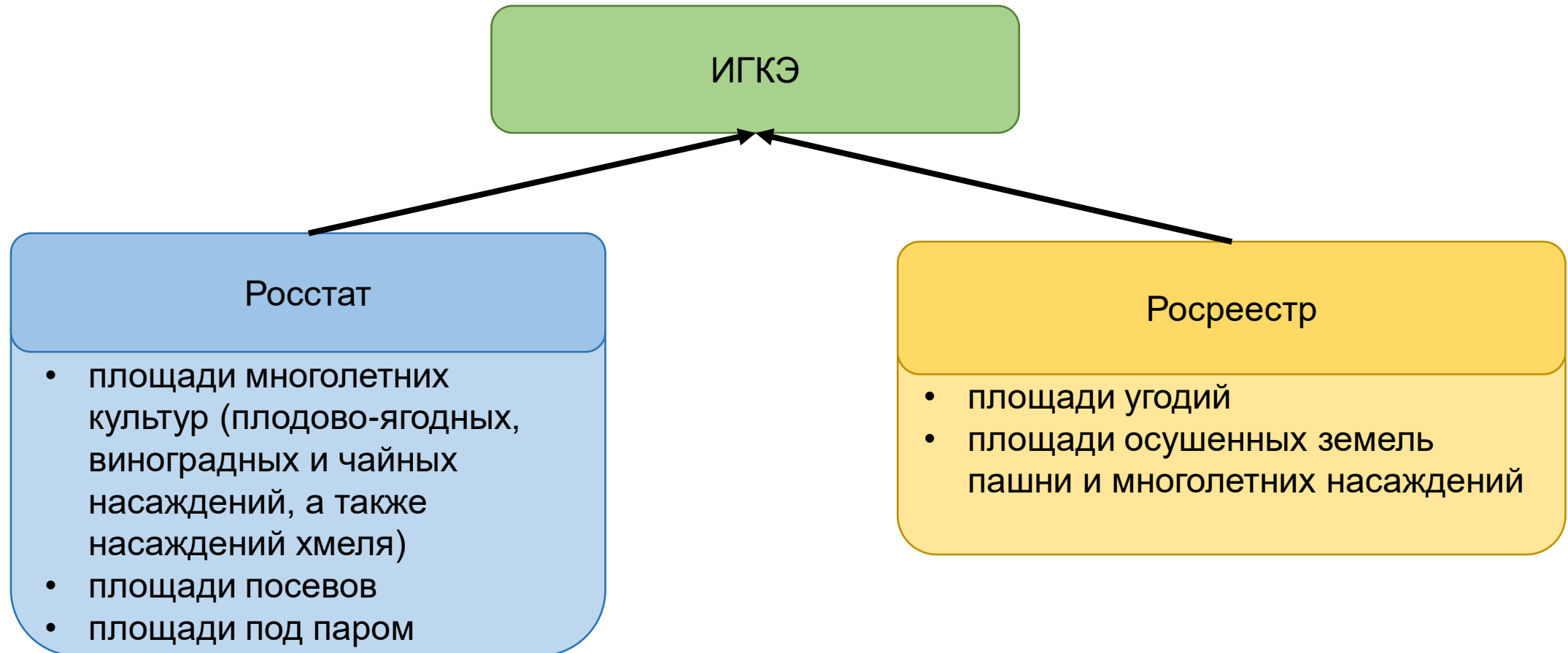
Категории земель МГЭИК	Типы земельных угодий РФ
<b>Возделываемые земли</b>	
<p>Все сельскохозяйственные угодья и обрабатываемые земли, а также системы агролесомелиорации, в которых показатели растительности находятся ниже пороговых критериев, используемых для категории лесных площадей, в соответствии с выбором национальных определений.</p>	<p><b>Сельскохозяйственные угодья</b> – это угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.</p> <p><b>Пашня</b> – сельскохозяйственное угодье, систематически обрабатываемое и используемое под посевы сельскохозяйственных культур.</p> <p><b>Многолетние насаждения</b> – сельскохозяйственное угодье, используемое под искусственно созданные древесные, кустарниковые или травянистые многолетние насаждения для получения урожая плодово-ягодной, технической и лекарственной продукции.</p>
<b>Кормовые угодья</b>	
<p>Эта категория включает земли, пригодные для выпаса скота и пастбища, которые не считаются возделываемыми землями. Она также включает системы с растительностью, которая не превышает порогового критерия, используемого в категории лесных площадей, и которые, как ожидается, не превысят без вмешательства человека порогового значения, используемого в категории лесных площадей. Эта категория также включает все пастбища от целинных земель до зон отдыха, а также сельскохозяйственные и лесопастбищные системы, подразделенные на управляемые и неуправляемые в соответствии с национальными определениями.</p>	<p><b>Сенокос</b> – сельскохозяйственное угодье, систематически используемое под сенокосение.</p> <p><b>Пастбище</b> – сельскохозяйственное угодье, систематически используемое для выпаса животных.</p> <p><b>Залежь</b> – земельный участок, который ранее использовался под пашню и более 1 года не используется для посева сельскохозяйственных культур.</p>



# Возделываемые земли (Cropland)

Показатели	Проведение оценки
Изменения запасов углерода в биомассе	Оценка проводится применительно к многолетним древесным и кустарниковым насаждениям на сельскохозяйственных угодьях
Изменения запасов углерода мертвого органического вещества	Не оценивается. Методика МГЭИК предполагает отсутствие изменений запаса углерода в резервуаре мертвого органического вещества на пахотных землях
Изменение запасов углерода в минеральной почве	Приняты равными нулю при отсутствии изменений в землепользовании. Возможно проведение оценки с помощью моделей, данных агрохимической службы по мониторингу запасов гумуса
Выбросы CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> от осушения органогенных почв	Оценка проводится. Оценки выбросов N <sub>2</sub> O предоставляются в кадастре сектора Сельское хозяйство
Выбросы парниковых газов от пожаров	Оценка проводится, когда пожарам подвержены древесные плодовые культуры. Сжигание растительных остатков на пахотных землях в России запрещено
Выбросы парниковых газов от внесения удобрений (в частности CO <sub>2</sub> при известковании)	В соответствии с решением Конференции Сторон РКИК ООН 24/CP.19, с 2015 года оценки предоставляются в кадастре сектора Сельское хозяйство

# Возделываемые земли. Исходные данные



Накопление углерода многолетними насаждениями рассчитывается на основе средних значений запасов и изменений запасов С (уровень 1) согласно руководящим указаниям МГЭИК (2006).

# Земли, переведенные в возделываемые земли

При переводе земель в пахотные земли рекомендуется использовать метод разницы запасов углерода в разных пулах согласно формуле:

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

Где,

$\Delta C_{\text{конверсия}}$  – изменение в запасах углерода в углеродных пулах (биомасса, мертвое органическое вещество, 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, почва) пахотных земель; тонны С га<sup>-1</sup>;

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

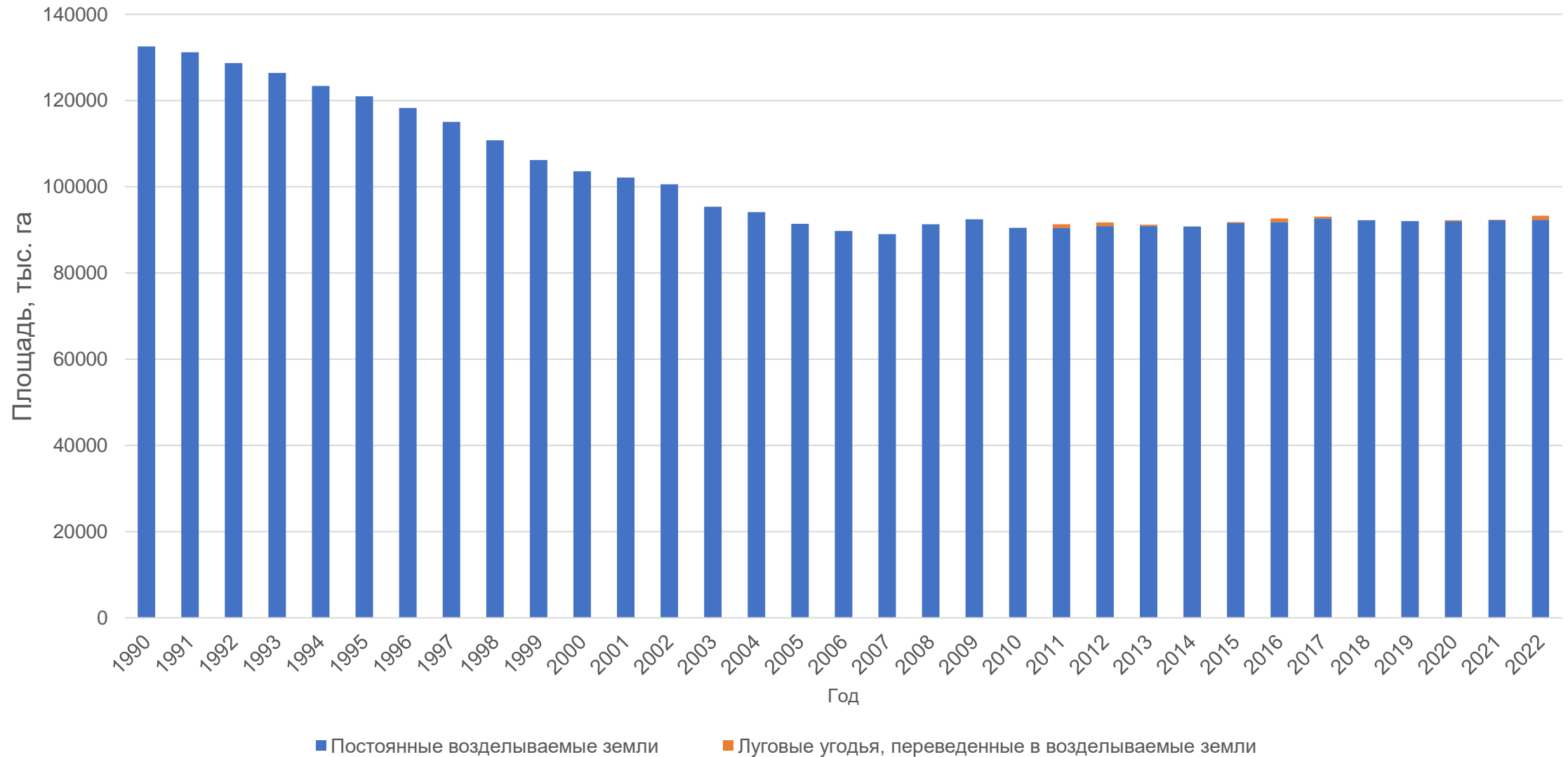
$\Delta A_{\text{в пахотные}}$  – площадь категории земель, переведенных в пахотные земли в определенный год; га год<sup>-1</sup> (включает все переведенные земли, как из управляемых, так и неуправляемых категорий);

$D$  – период времени, в течение которого происходят изменения запасов углерода в пулах в результате перевода земель в пахотные земли, лет (в первом приближении может быть использовано значение равное 1 году; рекомендуемое значение 20 лет. На настоящий момент в Кадастре **для оценки потерь углерода почв при переводе сенокосов и пастбищ в возделываемые земли принят период конверсии равный 20 годам. Для оценки изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе сенокосов и пастбищ, переустроенных в пахотные земли, период конверсии принят равным 1 году**);

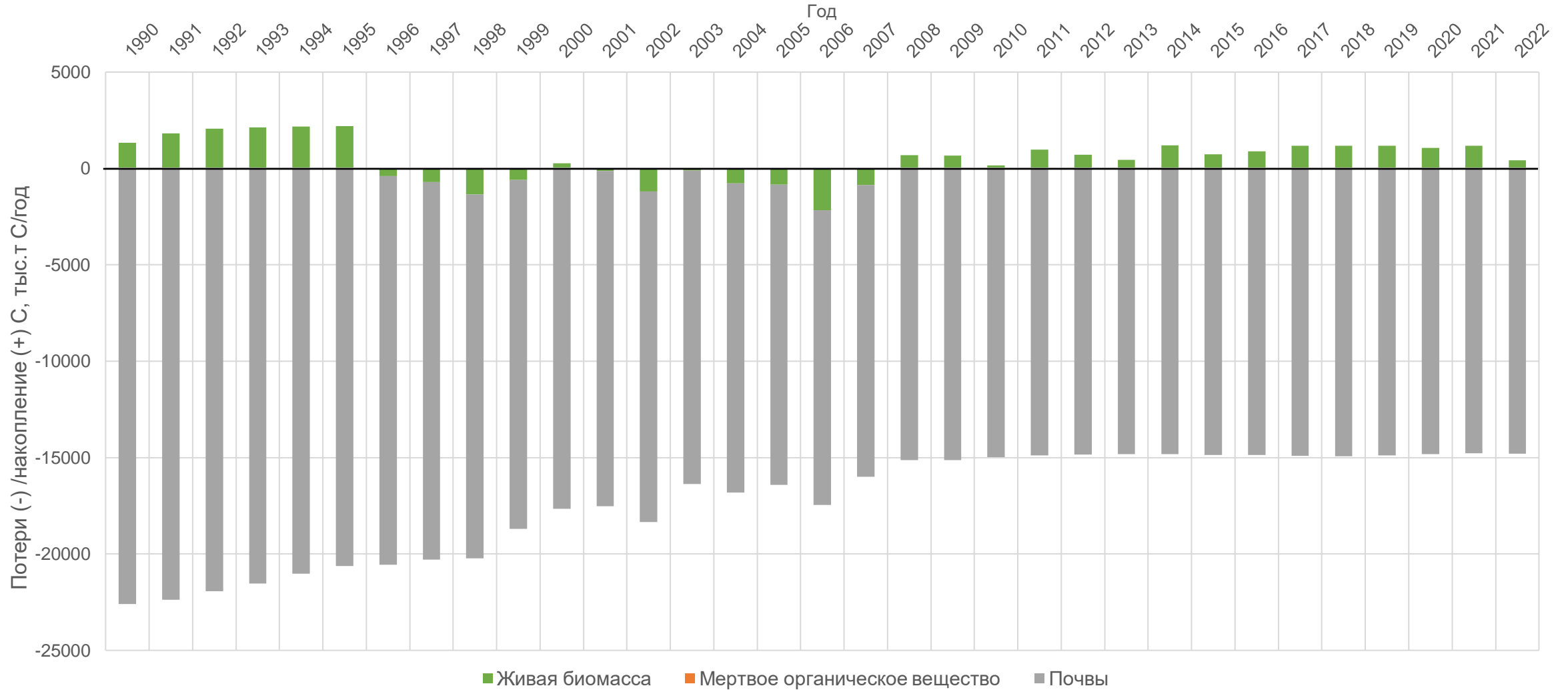
$i$  – пул углерода: биомасса, мертвое органическое вещество, почва.



# Динамика площади возделываемых земель

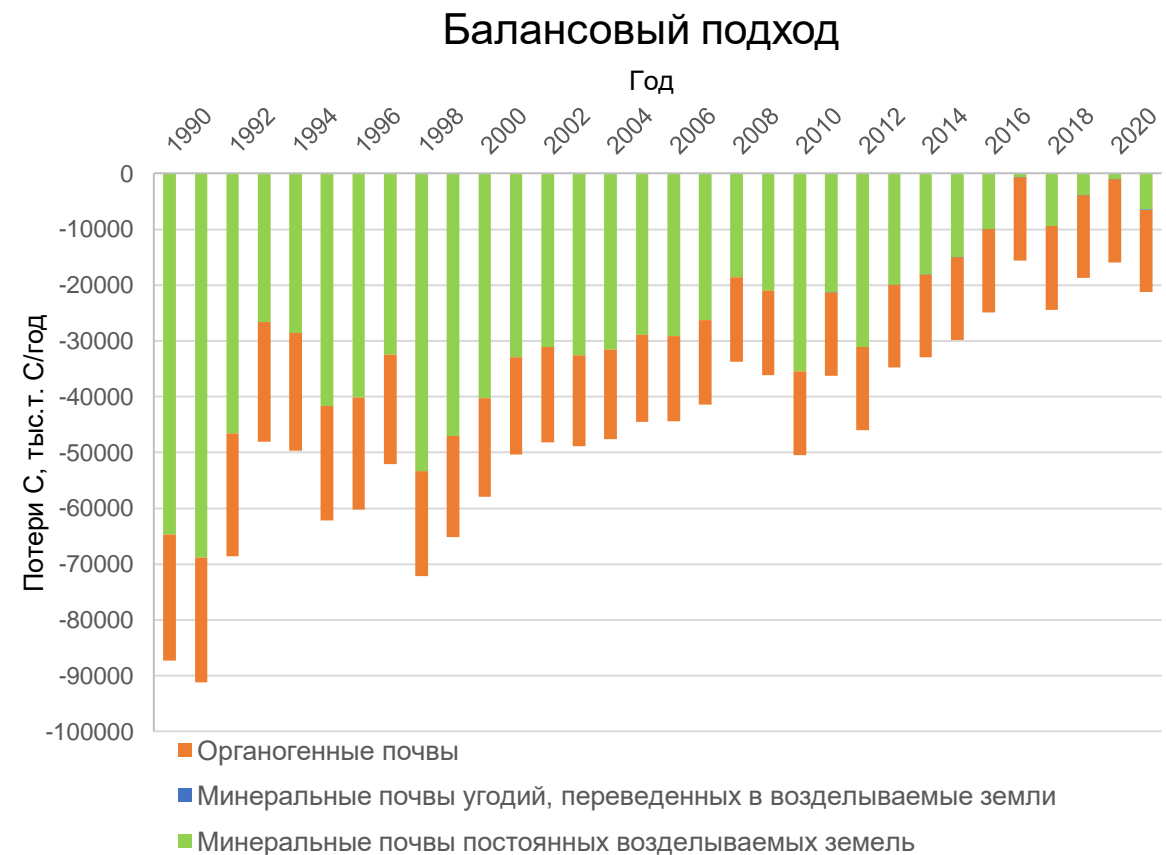
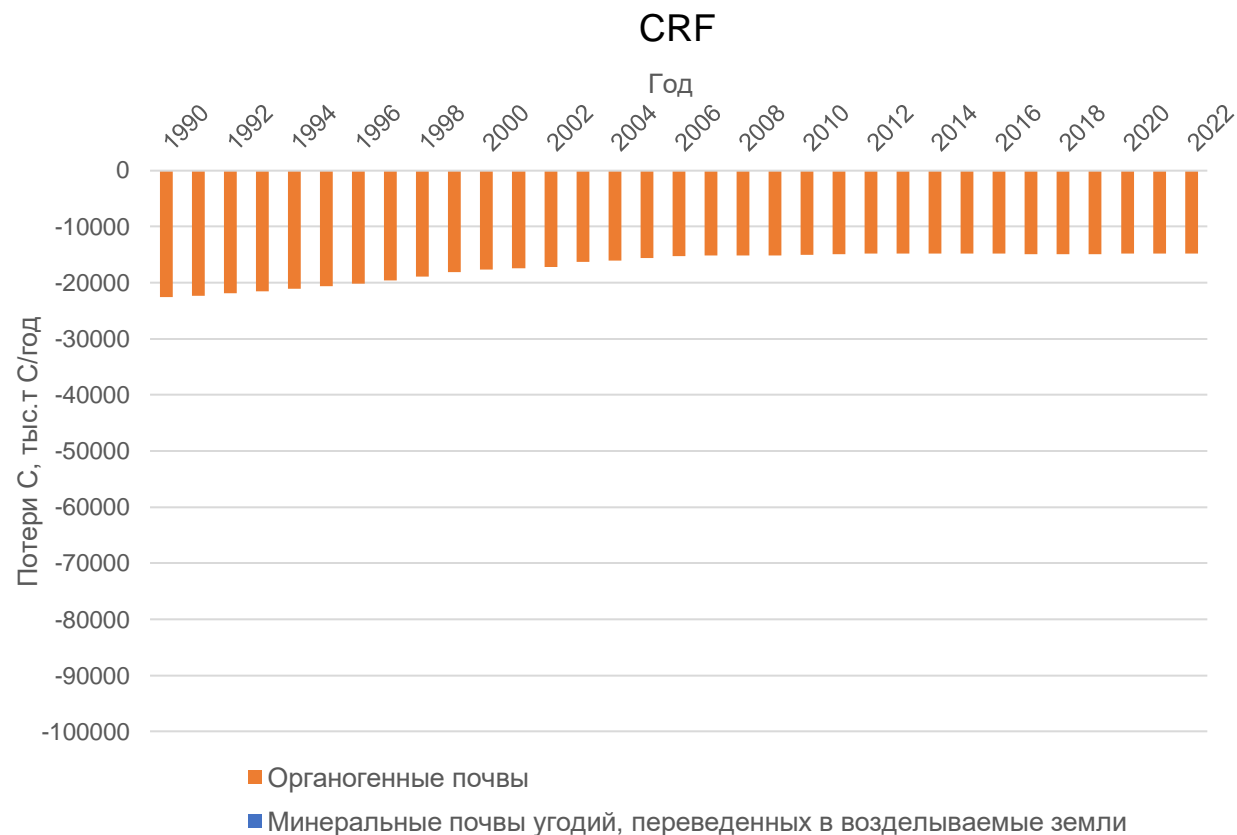


# Изменение запасов углерода на возделываемых землях



# Изменение запасов углерода в почвах возделываемых земель

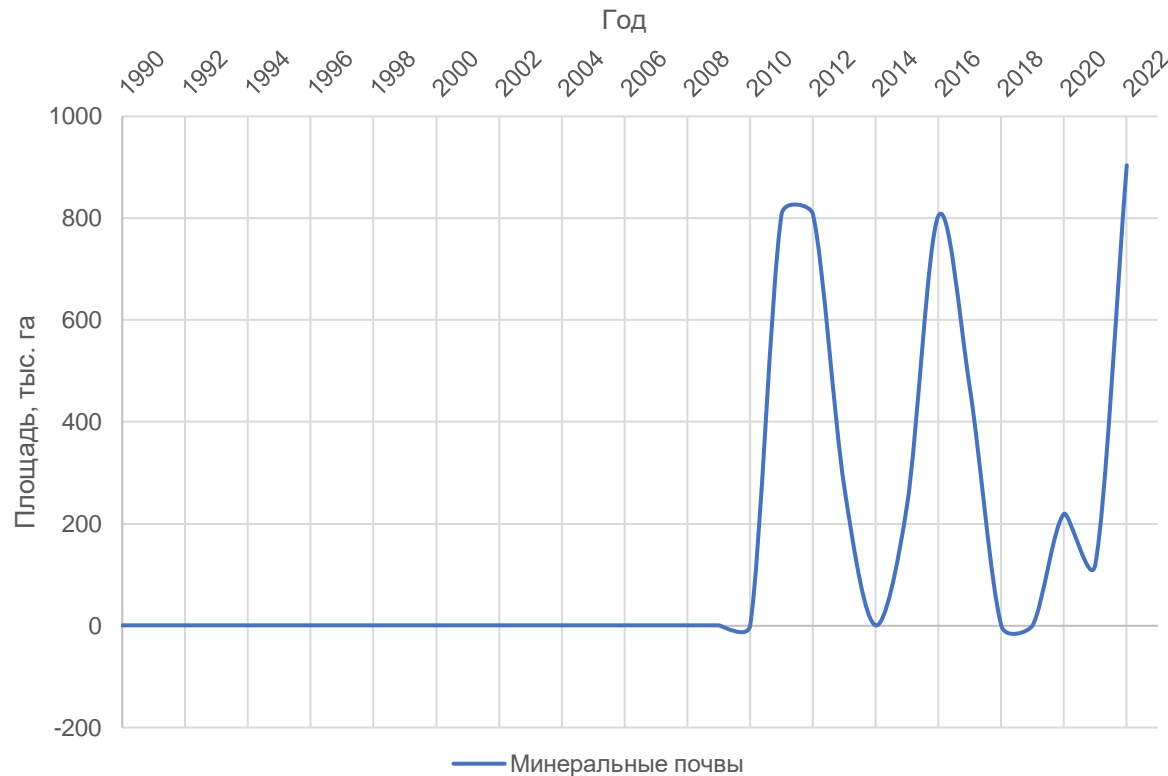
До 2018 года оценка проводилась путем проведения балансовых расчетов: по разнице между поступлением органического углерода (с удобрениями, растительными остатками) и его выносом (механические потери в результате эрозии, дефляции, вымывания в грунтовые воды и др.).



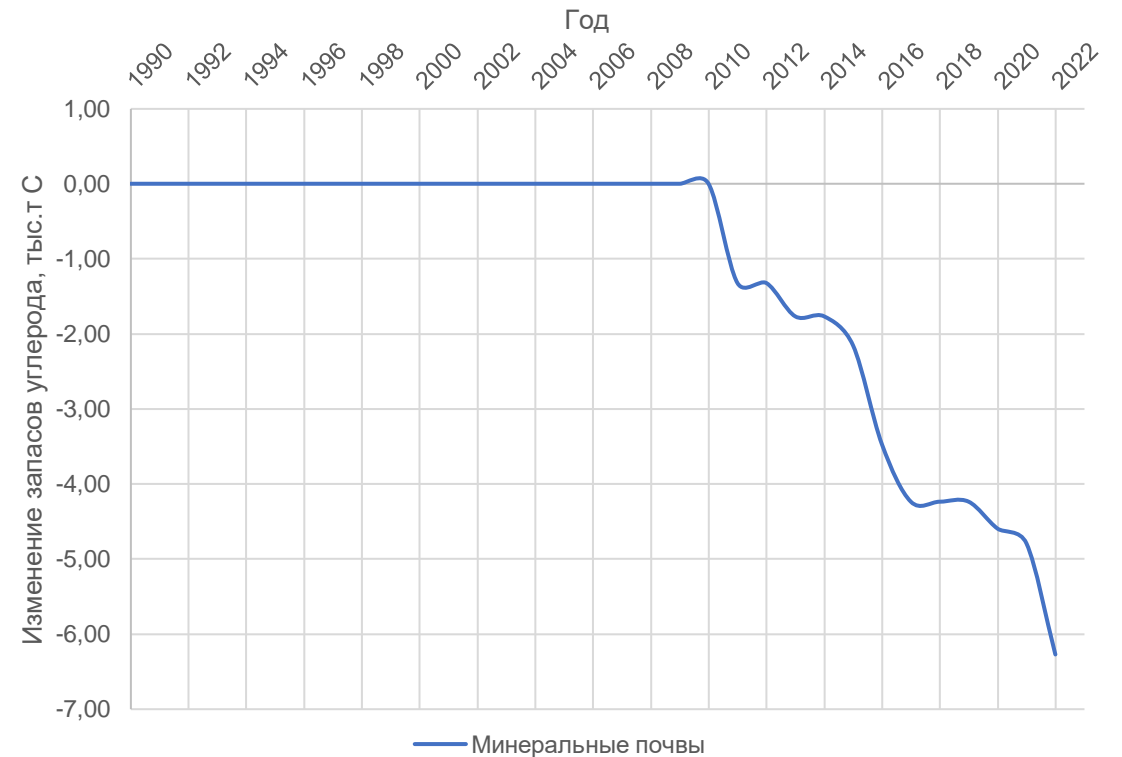
# Земли, переведенные в пахотные земли

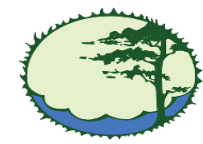
С увеличением площади минеральных почв, переведенных в пахотные земли увеличиваются потери углерода в связи с ускорением минерализации органического вещества в результате изменения землепользования и выноса питательных веществ вместе с урожаем. При этом потери углерода нарастают в связи с периодом конверсии равным 20 годам.

Площадь почв, переведенных в возделываемые земли

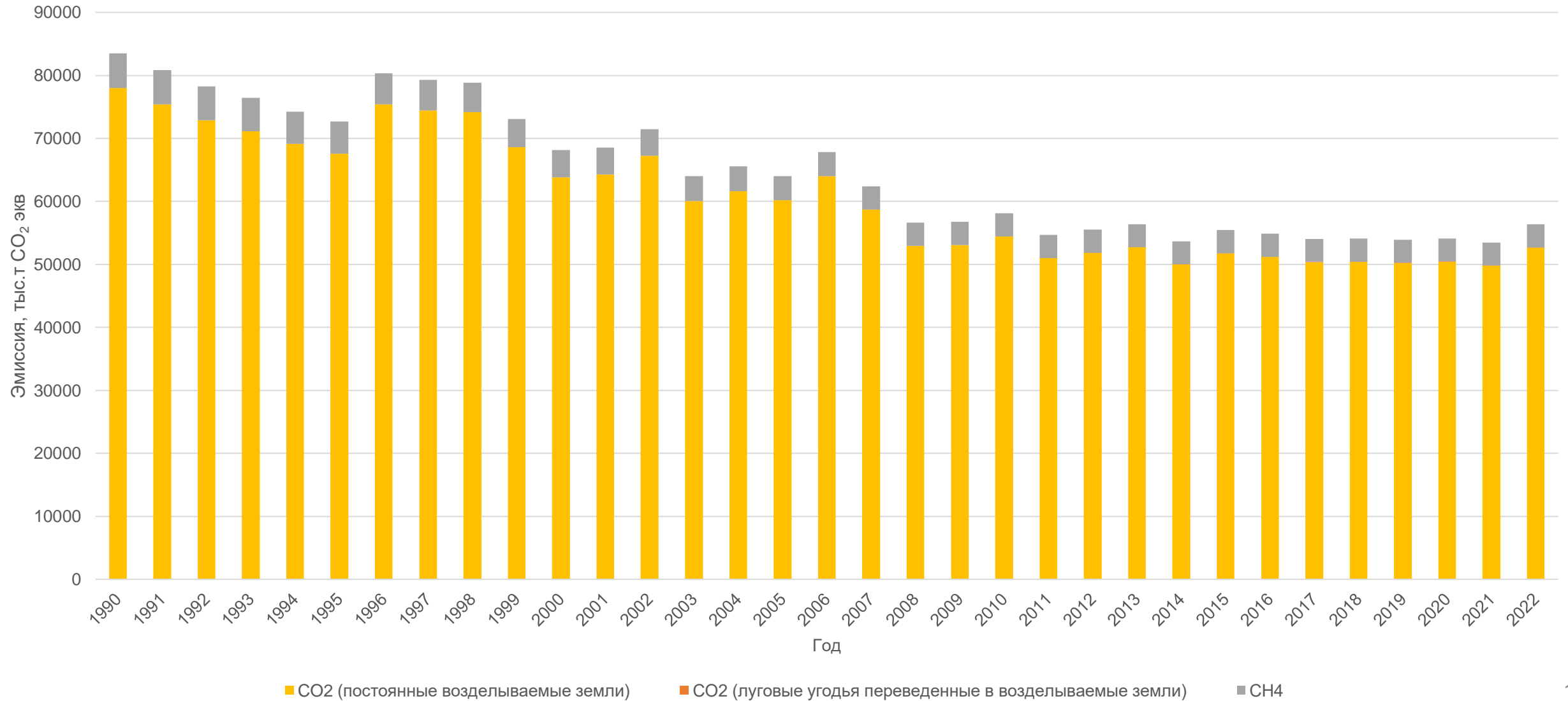


Потери углерода в почвах, переведенных в возделываемые земли





# Возделываемые земли - эмиссия парниковых газов



# Проблемы и возможные пути их решения – возделываемые земли

Уровень разработки Кадастра представляет степень методологической сложности. Обычно предусматривается три уровня. Уровень 1 – это базовый метод, уровень 2 – промежуточный, а уровень 3 – наиболее сложный с точки зрения трудности и потребности в данных.

Подходы уровня 3 могут использовать динамические модели и/или детализированные измерения по кадастру резервуаров углерода в качестве основы для оценки годовых изменений запаса.

В целях перехода разработки Кадастра на 3-й уровень, возможны альтернативные варианты:

Данные мониторинга по регионам	Моделирование изменения запасов органического вещества в почвах по регионам
<p><b>Необходимые региональные данные:</b></p> <p>Агрохимслужба:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• содержание гумуса</li> <li>• плотность почв</li> </ul> <p>Росреестр:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Площади возделываемых земель</li> <li>• Данные по площади орошаемых и осушаемых возделываемых земель</li> </ul> <p>ИКИ РАН (ИАС Углерод-Э) и/или ФГБУ «Россельхозземмониторинг»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Данные по массе сжигаемых растительных остатков и площадям естественных пожаров на возделываемых землях</li> </ul>	<p><b>Необходимые региональные данные:</b></p> <p>Агрохимслужба:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• гранулометрический состав пахотных горизонтов (содержание глины и песка)</li> <li>• содержание лигнина в возделываемых культурах по видам</li> <li>• внесение удобрений по видам</li> </ul> <p>Климатические показатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• среднемесячные температуры</li> <li>• среднемесячные осадки</li> <li>• среднемесячная эвапотранспирация</li> </ul>

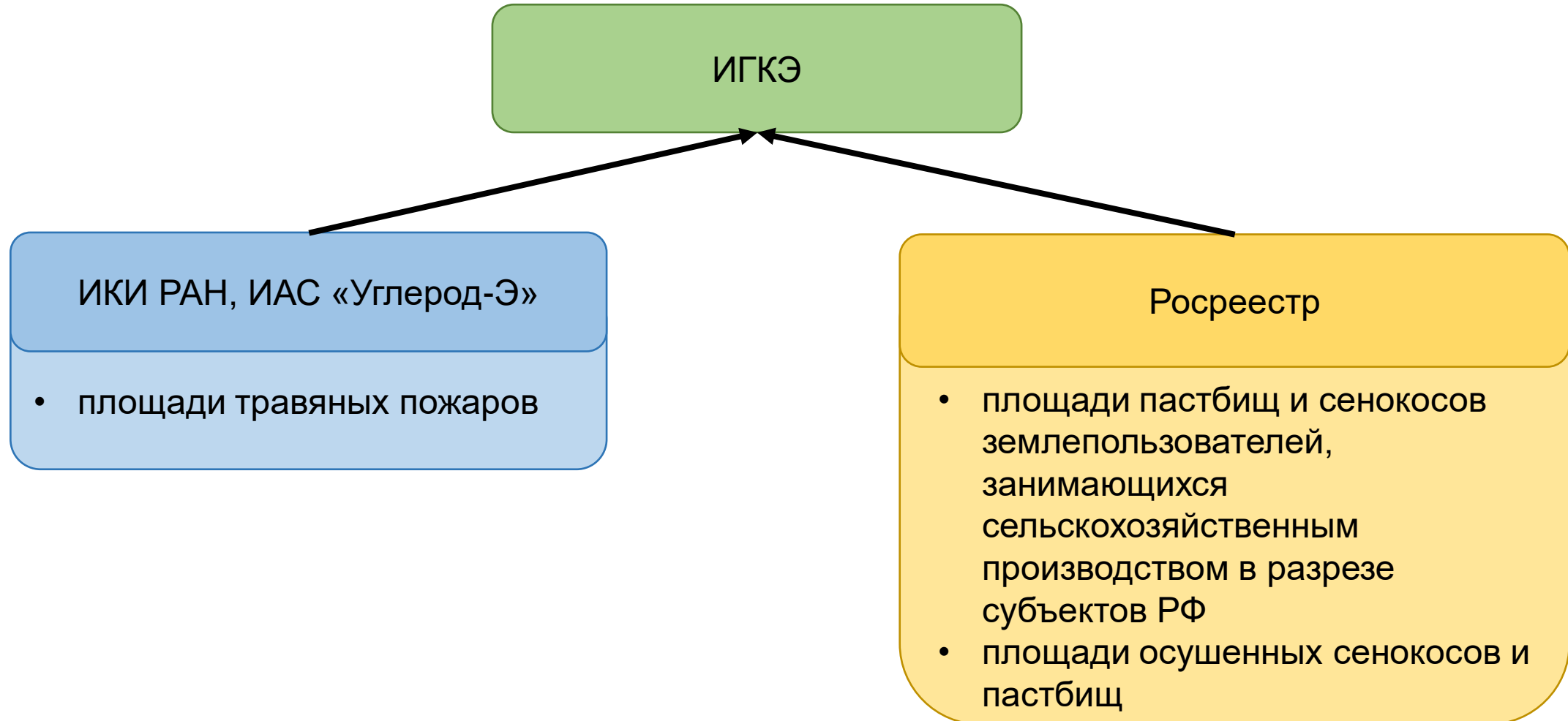




# Кормовые угодья - сенокосы и пастбища (Grassland remaining Grassland)

Показатели	Проведение оценки
Изменения запасов углерода в биомассе	Приняты равными нулю при отсутствии изменений в землепользовании
Изменения запасов углерода мертвого органического вещества	Приняты равными нулю при отсутствии изменений в землепользовании
Изменение запасов углерода в минеральной почве	Приняты равными нулю при отсутствии изменений в землепользовании
Выбросы CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> от осушения органогенных почв	Оценка проводится
Выбросы парниковых газов от травяных пожаров (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O и прекурсоры).	Оценка проводится

# Земли кормовых угодий. Исходные данные



# Земли, переведенные в кормовые угодья

При переводе земель в кормовые угодья рекомендуется использовать метод разницы запасов углерода в разных пулах согласно формуле:

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

Где,

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

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

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

$\Delta A_{\text{в пахотные}}$  – площадь категории земель, переведенных в кормовые угодья 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 кормовые угодья, лет (на настоящий момент в Кадастре **период конверсии** до достижения стационарного состояния резервуара **углерода мортмассы растений сенокосов и пастбищ после перевода пахотных земель в кормовые угодья принят равным 20 годам. Для оценки изменений запасов углерода при конверсии пахотных земель в кормовые угодья применяется национальный период конверсии равный 50 годам, в то время как при переводе прочих земель в неуправляемые кормовые угодья период конверсии равен 1 году**);

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

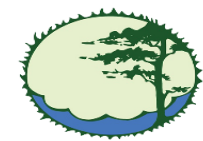
# Динамика площади кормовых угодий



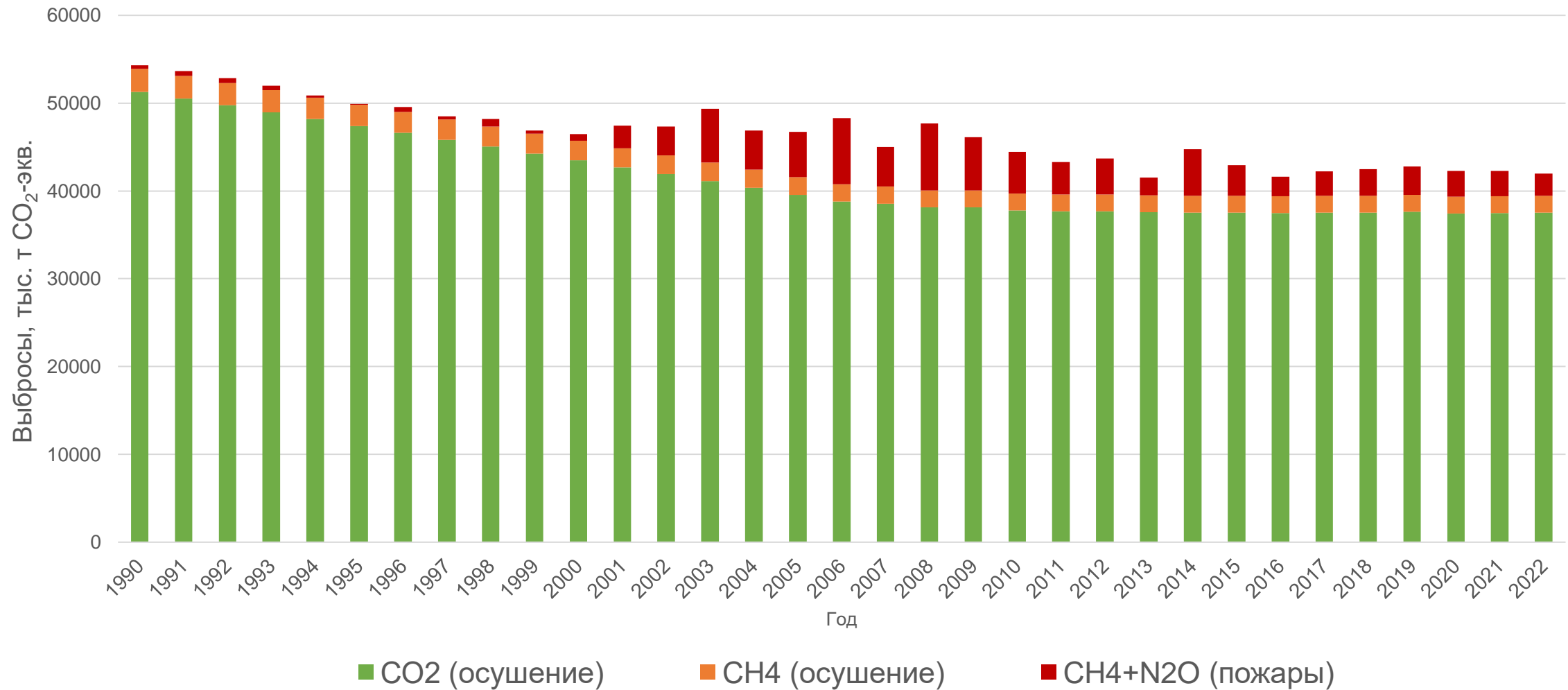
- Болотные угодья, переведенные в луговые угодья
- Постоянные неуправляемые луговые угодья
- Прочие земли, переведенные в луговые угодья
- Постоянные управляемые сенокосы и пастбища
- Возделываемые земли, переведенные в управляемые сенокосы и пастбища
- Возделываемые земли, переведенные в неуправляемые луговые угодья

# Изменение запасов углерода на кормовых угодьях



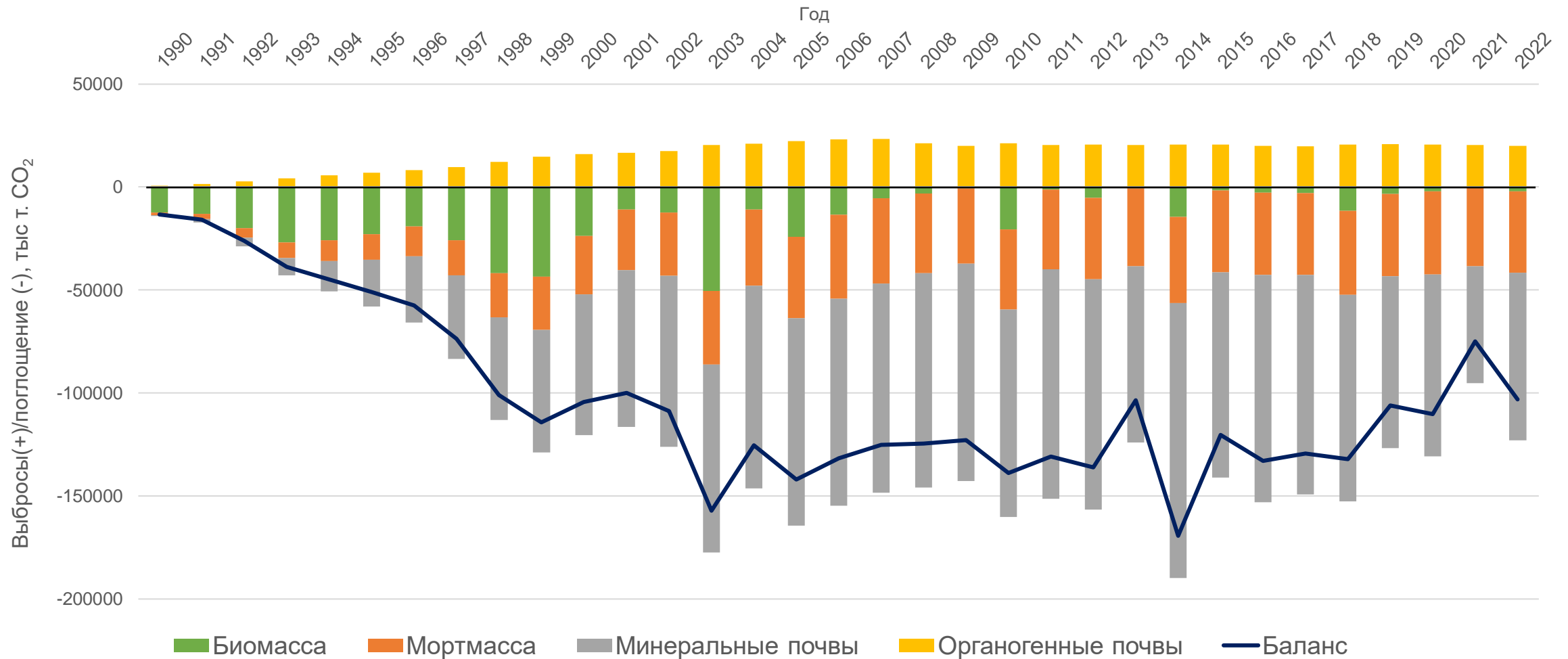


# Постоянные кормовые угодья. Эмиссия парниковых газов





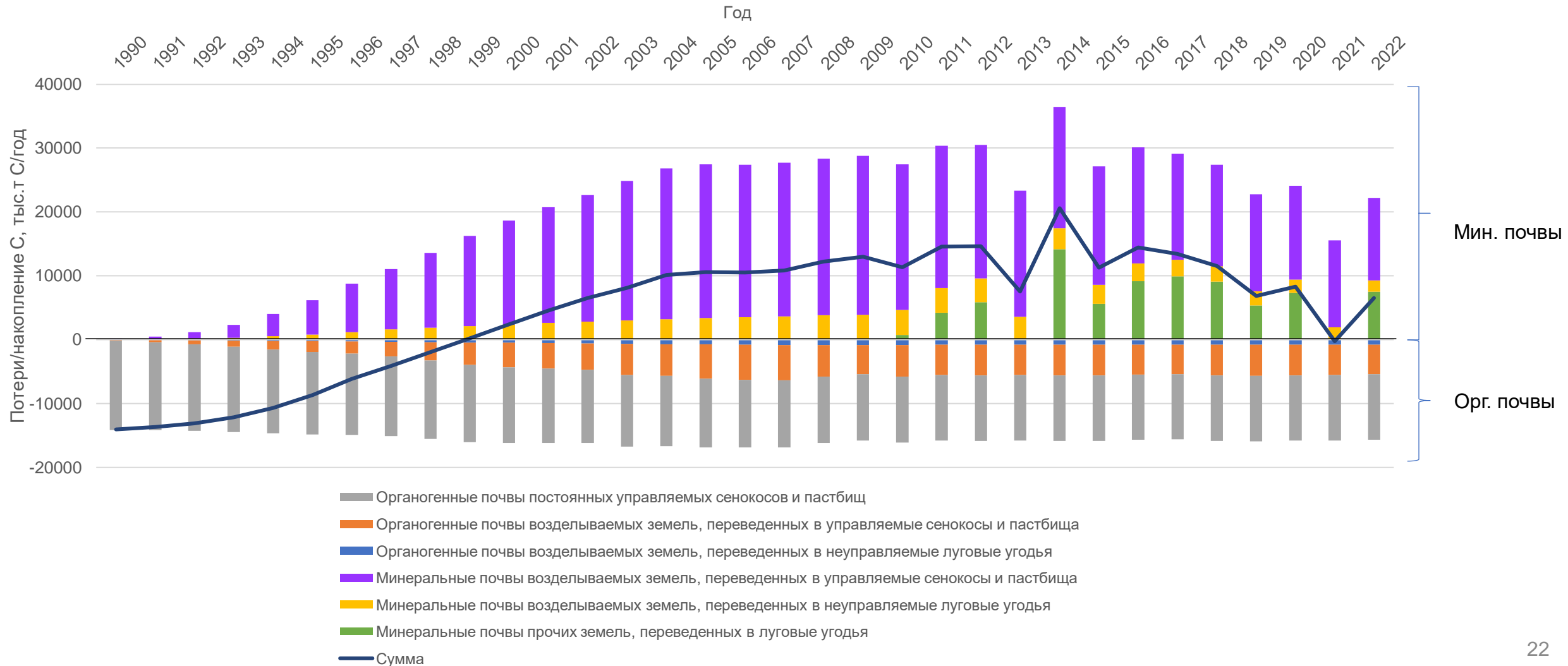
# Изменение запасов углерода на землях, переведенных в кормовые угодья





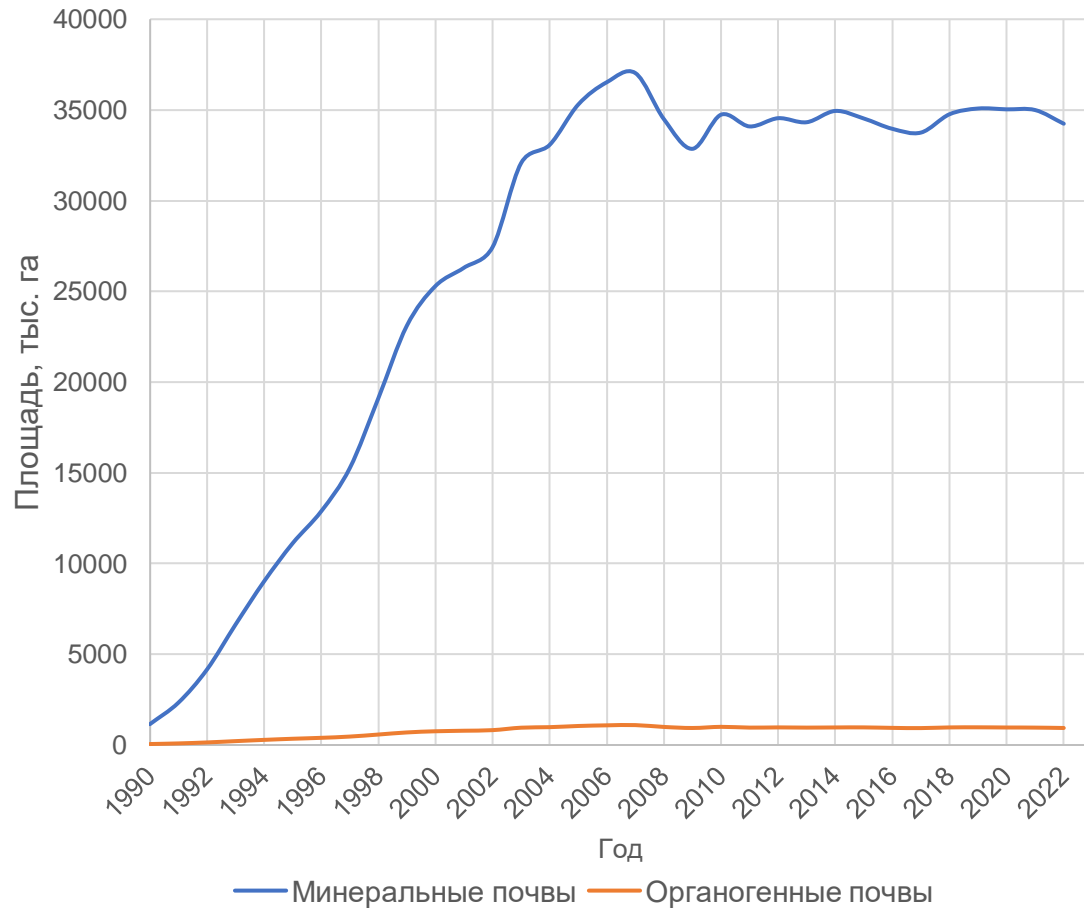
# Изменение запасов углерода в почвах кормовых угодий

Почвы кормовых угодий

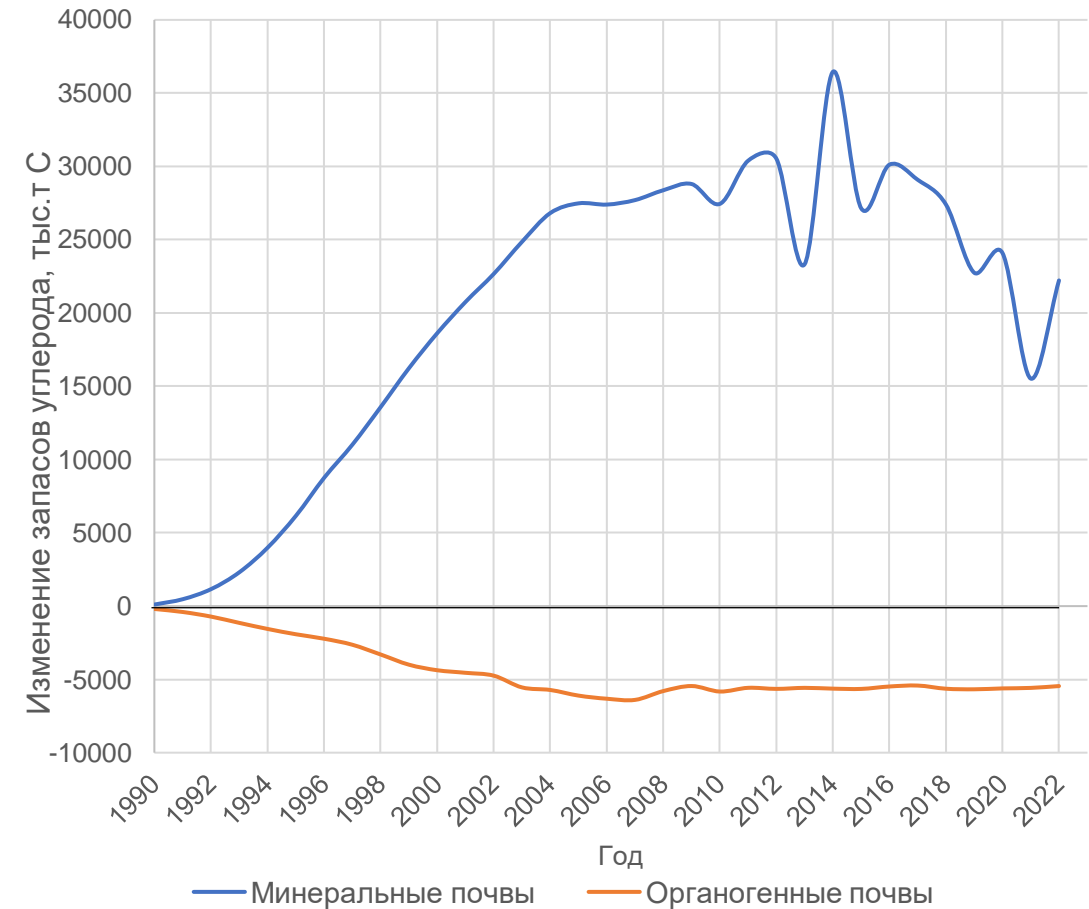


# Земли, переведенные в кормовые угодья

Площадь земель, переведенных в кормовые угодья

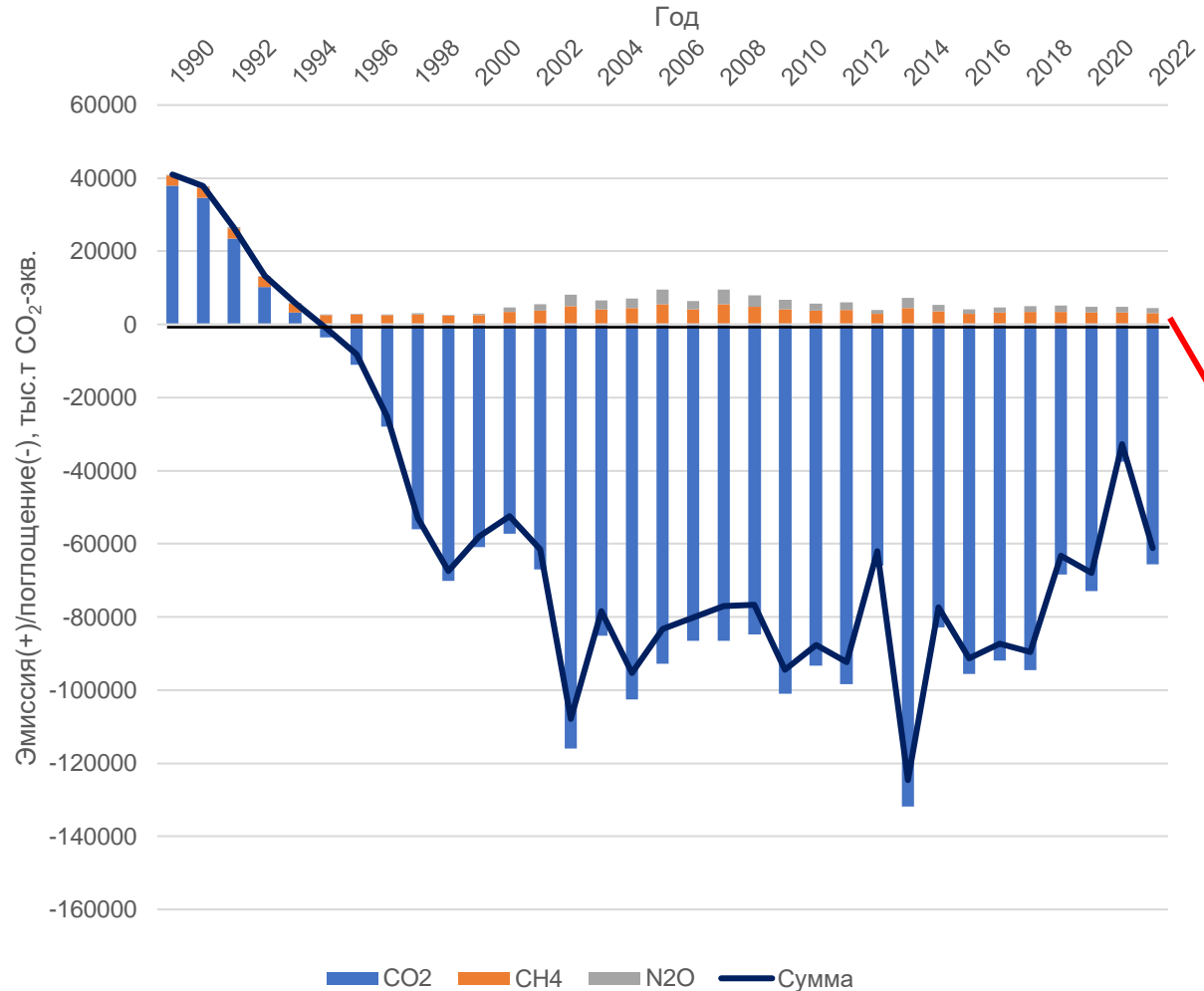


Баланс углерода, в почвах, переведенных в кормовые угодья

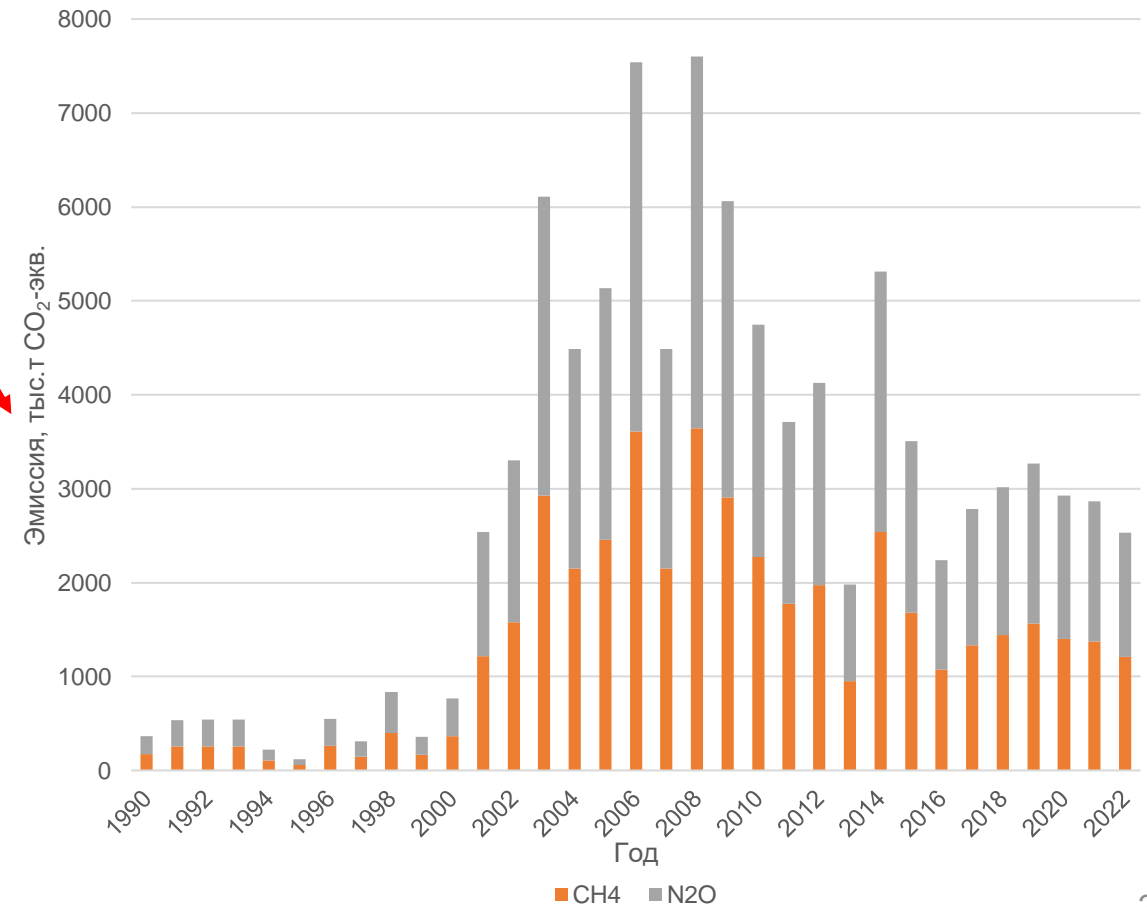


# Кормовые угодья. Эмиссия парниковых газов

Эмиссия парниковых газов



Эмиссия парниковых газов в результате пожаров



# Проблемы и возможные пути их решения – кормовые угодья

В целях перехода разработки Кадастра на 3-й уровень возможны альтернативные варианты:

Данные мониторинга по регионам	Моделирование изменения запасов органического вещества в почвах по регионам
<p><b>Необходимые региональные данные:</b> Консорциум 4:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• запасы почвенного углерода<ul style="list-style-type: none"><li>• содержание гумуса/углерода</li><li>• плотность почв</li></ul></li><li>• степень деградации земель (в т.ч. интенсивность выпаса)</li></ul> <p>Росреестр:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Данные по площади орошаемых и осушаемых земель</li></ul> <p>ИКИ РАН (Углерод-Э):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Данные по площадям пожаров на управляемых луговых землях</li></ul>	<p>На данный момент ведется подбор моделей.</p> <p>Возможен возврат к балансовым расчетам.</p>