



**"Важнейший инновационный проект государственного значения  
«Единая национальная система мониторинга климатически активных  
веществ. Углерод в экосистемах: мониторинг» (Москва, 15–16 февраля  
2023 г.)**



**РИТМ**  
углерода

**Результаты многолетнего мониторинга  
эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы и оценка баланса  
парниковых газов с помощью моделирования  
на Курской биосферной станции института  
географии РАН**

**Карелин Дмитрий Витальевич**

# ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ



Давид Львович Арманд

С 1957 г. Институтом проводились исследования теплового баланса леса, которые вошли в систему работ по геофизике природных ландшафтов на пункте стационарных исследований Института в Курской области.

В 1961 г. пункт был преобразован в постоянный стационар - Курскую полевую экспериментальную базу (КПЭБ). С работами КПЭБ под руководством Д.Л. Арманд связано становление и развитие геофизики ландшафтов и ряда направлений в климатологии, биогеографии.



На КБС было организовано и проведено более 20 международных и всеююзных совещаний и совместных экспериментальных работ, в которых участвовали около 600 специалистов из 15 стран мира. Среди них международные совещания по программе СЗВ (1978), всеююзная конференция «Геосистема-86» (Муром, 1986), международные аэрокосмические эксперименты. Проводились совместные работы с географами Венгрии, ГДР, Китая, Кубы, США.



В связи с выполнением программы геосистемных мониторинговых исследований в 1984 г. КПЭБ получила новый статус - Курская биосферная станция (КБС).



Александр Миронович Грын

1957

1961

1960-1980

1984

1982

1986

2001

2011

2017

2018

В 1960-80-е годы Курская полевая экспериментальная база активно проводила координацию научных исследований по программам дистанционного зондирования, геосистемного мониторинга и ряду других.

В 1982 г. на КПЭБ начинает функционировать первый вариант информационно-измерительной системы по сбору и первичной обработке биогеофизической информации.

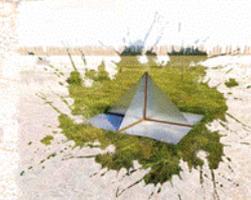
С 2001 г. проводится геоэкологический анализ постсоветской динамики природно-хозяйственных территориальных систем (ПХТС), в котором выявляются общие закономерности и специфические особенности постсоветской трансформации ПХТС, дается экологическая оценка социально-экономических сдвигов, диагностируется состояние ПХТС и предлагаются экологически приемлемые траектории их развития (руководитель Н.Н. Клюев).



Марк Исаакович Любович

В 2018 на территории КБС и в окрестностях были проведены эксперименты, таких как изменение климата, качество возобновляемых угольных отработанных (тетраэдри и октаэдри) для точной пространственной привязки даные окружающей среды, нехватка продовольствия, новых оптической, спектральной и радиолокационной производство энергии и поставка пресной воды с космоса.

В 2018 году Курская биосферная станция официально включена в сеть станций входящих в Лан-Евразийский Эксперимент (PEEX) - это крупномасштабная междисциплинарная программа исследований, направленных на решение важнейших вопросов в системе наук о Земле и проблем глобальной стабильности в Северной Евразии (включая Арктику) и в Китае. Основная цель PEEX - решение взаимосвязанных глобальных проблем, таких как изменение климата, качество возобновляемых угольных отработанных (тетраэдри и октаэдри) для точной пространственной привязки даные окружающей среды, нехватка продовольствия, новых оптической, спектральной и радиолокационной производство энергии и поставка пресной воды с космоса.



ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ  
Российской академии наук



основан в 1918 году

## КУРСКАЯ БИОСФЕРНАЯ СТАНЦИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН

Основана в 1961 году



В настоящее время основные направления исследований на КБС - разработка научных основ комплексного изучения объектов исследования выступают различные геосистемы: природные (заповедные), сельскохозяйственные, городские и промышленные (территория геоэкологического изучения пространственно-временных изменений геосистем).  
г. Курск, водоем-охладитель Курской АЭС и зона ее влияния, отвалы железорудных разработок Михайловского горно-обогатительного комбината и др.).

Основные направления научно-образовательной деятельности Курской Биосферной Станции ИГ РАН

МЕТОДЫ

Аэро-космические наблюдения

Полевые наблюдения

Отбор образцов

Моделирование

ЦЕЛИ

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

РЕШЕНИЕ КОНКРЕТНЫХ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ

ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ  
УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА

УЧЕБНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

ЗАДАЧИ

ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ  
И ПРИМЕНЕНИИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ И  
КЛИМАТОМ

Гео-морфологические  
исследования

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИЗОТОПНОГО  
СОСТАВА ВОЗДУХА ПОЧВ И ВОД,  
ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПЕРЕНОС

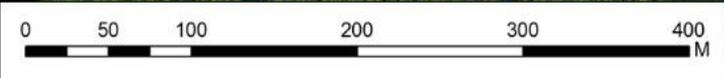
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ И  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Сейсмические наблюдения

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ (ЗАПАС  
БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЭРОЗИЯ,  
ДЕГРАДАЦИЯ)

ИЗМЕНЕНИЯ  
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО  
РЕЖИМА

ИССЛЕДОВАНИЕ плейстоценовых  
ПАЛЕОПОЧВ, ПАЛЕОКЛИМАТА И  
ПАЛЕОЭКОСИСТЕМ

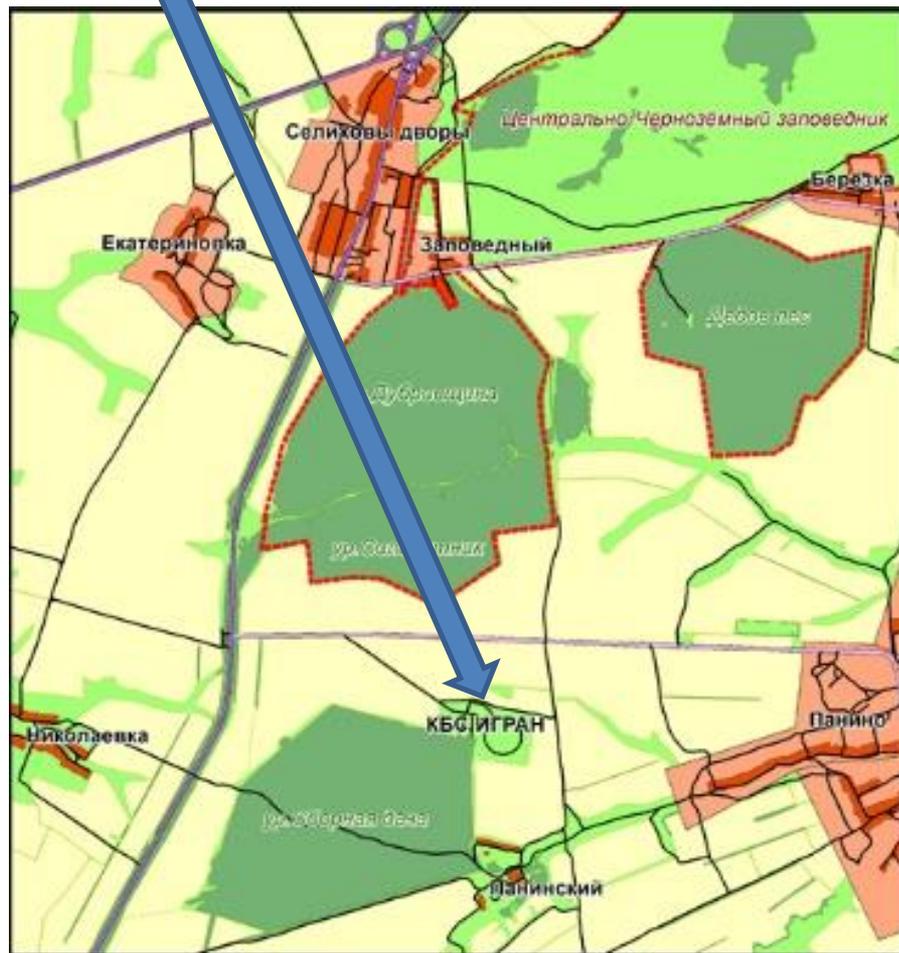


# Курская Биосферная Станция ИГ РАН



- Точки исследования
- ▭ Территория заповедника

1:50 000



## Использование земель

- Асфальтированные шоссе
- Проселочные асфальтированные дороги
- Проселочные, грунтовые и полевые дороги
- ▭ Территория заповедника
- ▭ Территории под застройкой
- ▭ Территории населенных пунктов
- ▭ Сельхоз угодья
- ▭ Леса
- ▭ Луга и балки

1:50 000



# Применяемые методы изучения газообмена ПГ между почвой и атмосферой в природных и антропогенно-измененных ландшафтах черноземной зоны



**Автоматические почвенные камеры,  
плавающие камеры**

**Полевые и лабораторные газоанализаторы CO<sub>2</sub>,  
метана и паров воды с камерами закрытого типа в  
ручном режиме,  
газовые хроматографы (CO<sub>2</sub>, метан, закись азота)**

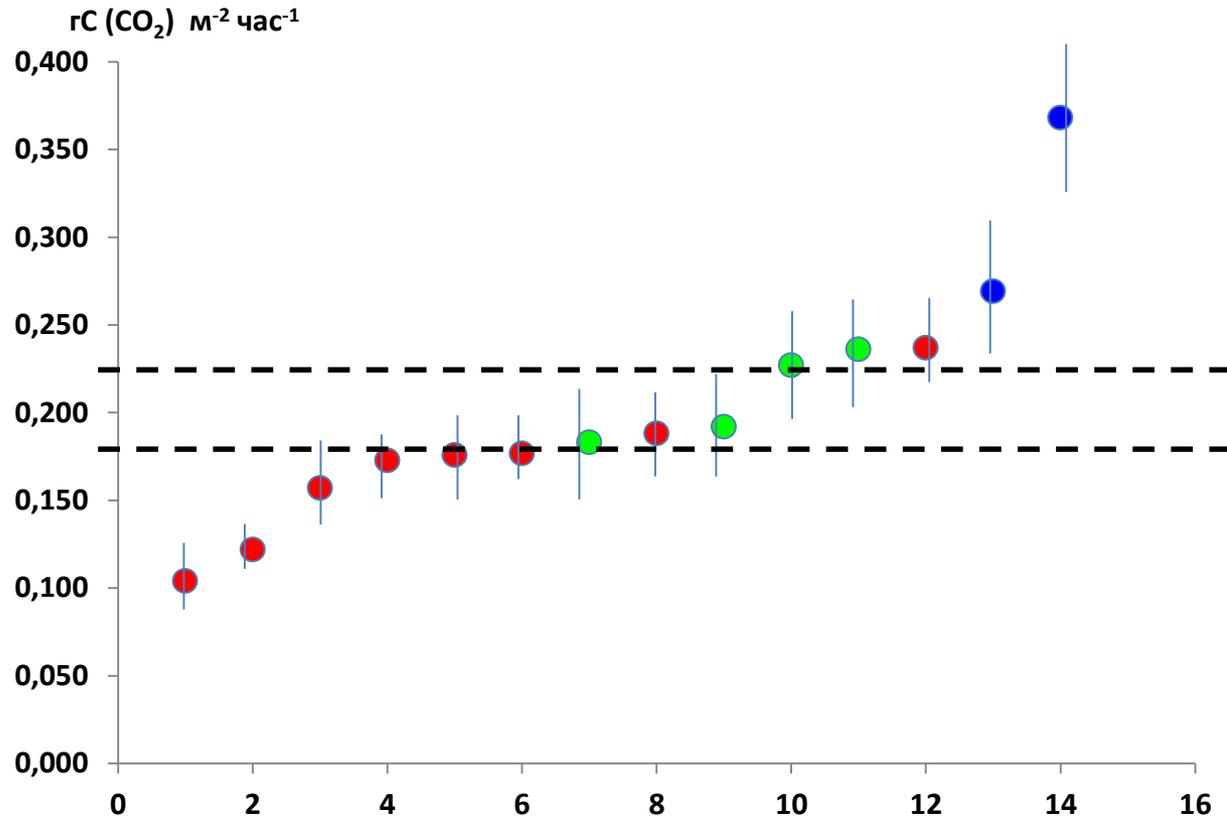
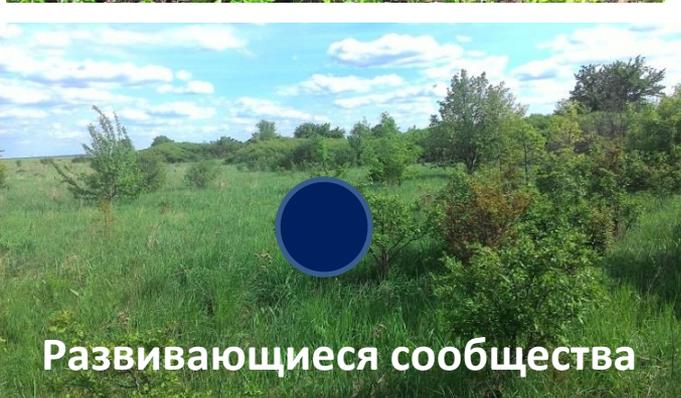
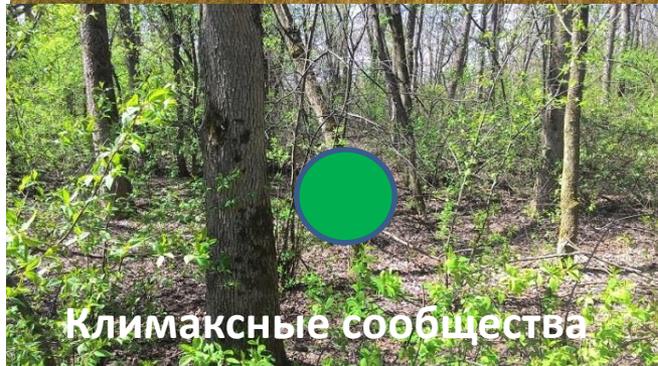


# Измерения дыхания почвы в различных экосистемах КБС ведутся с 2017 г.

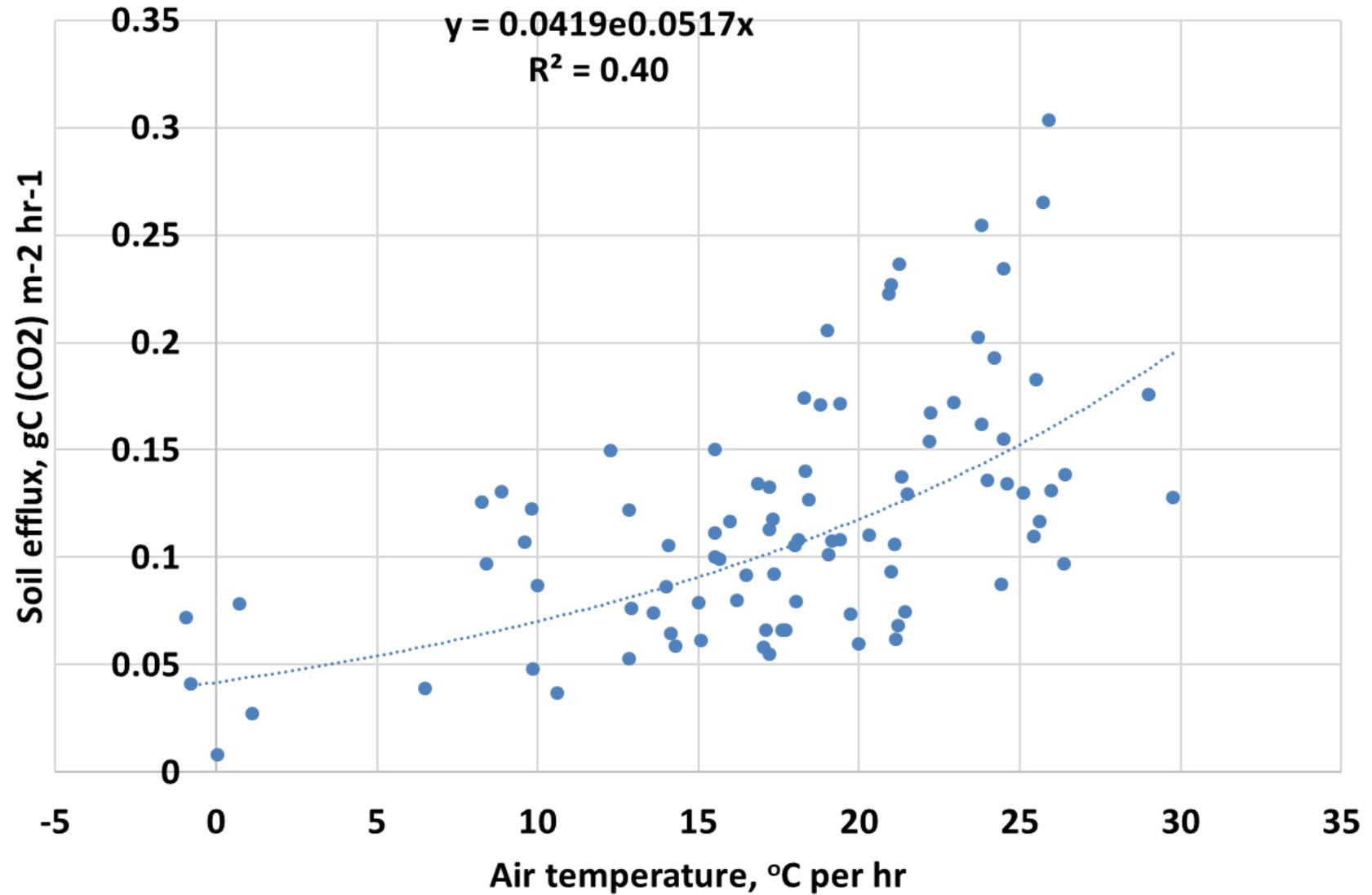
Эмиссия CO<sub>2</sub> из почвы, гС м<sup>-2</sup> в час



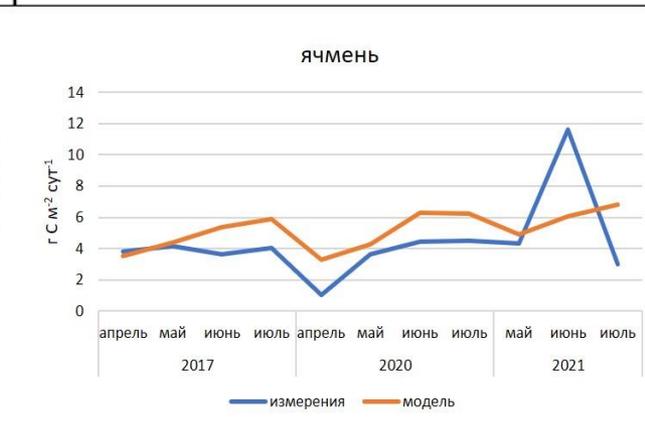
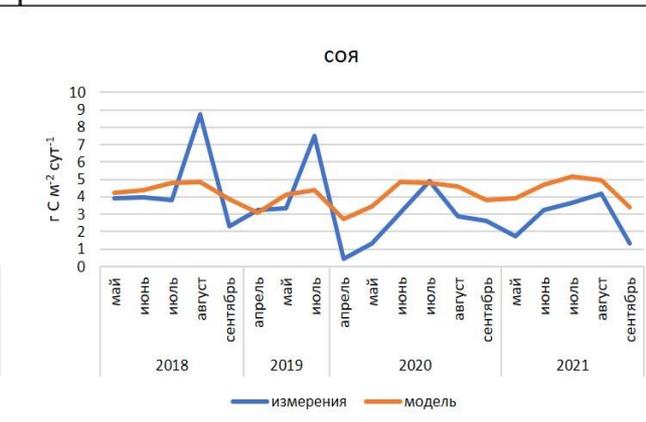
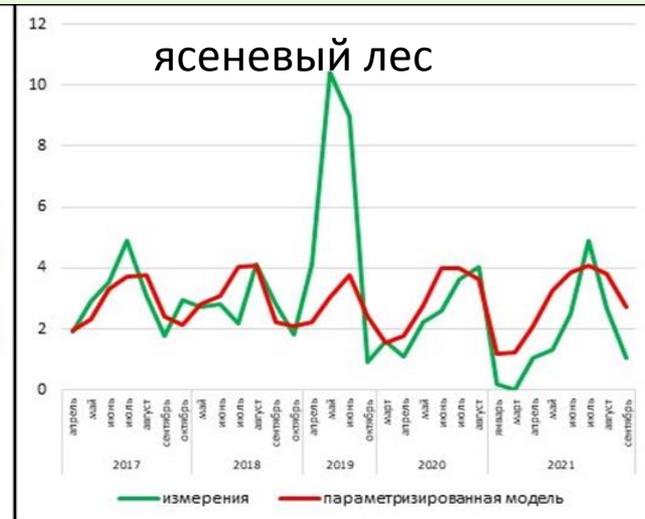
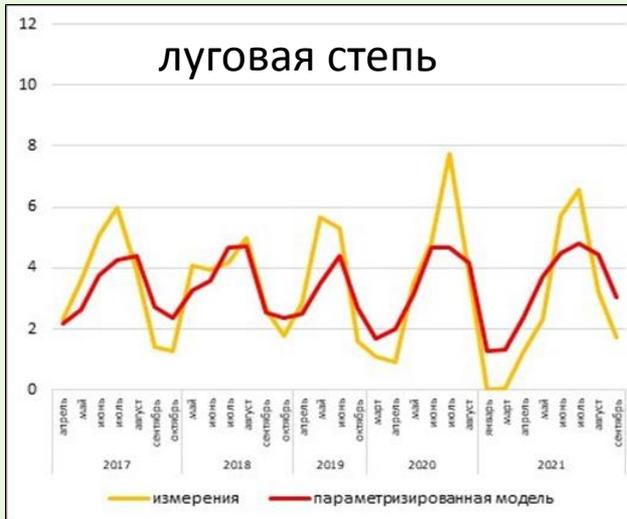
# Сравнение средней эмиссии $\text{CO}_2$ из растительных сообществ на типичных черноземах в период вегетации при одинаковых погодных условиях, но разном землепользовании



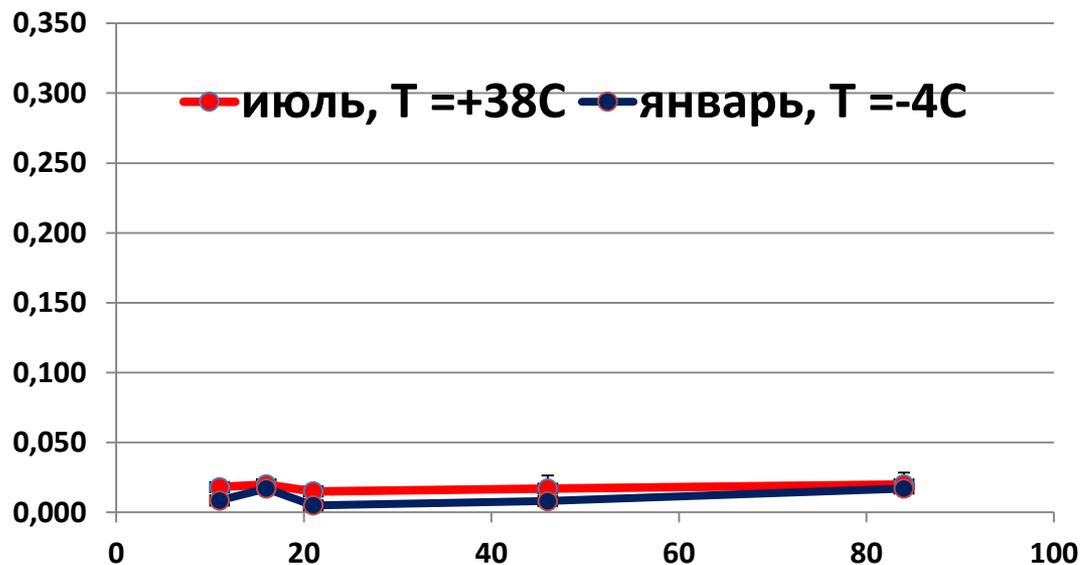
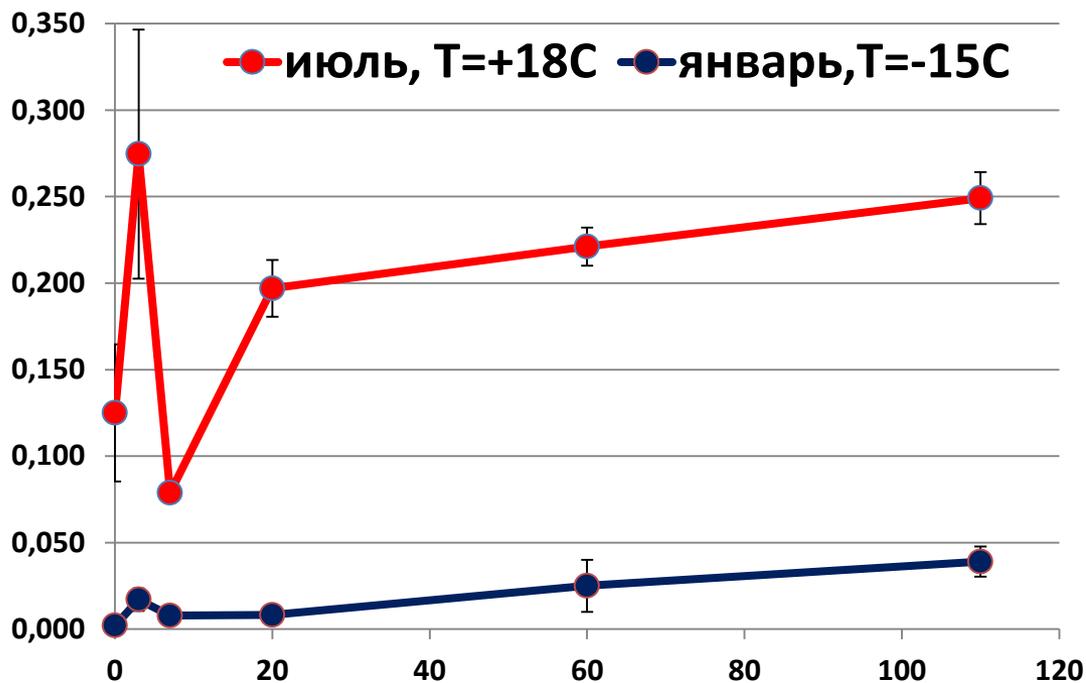
# Обобщенная зависимость дыхания почвы от температуры воздуха в агроценозах



# Описание эмиссии $\text{CO}_2$ из почвы ( $\text{г С м}^{-2} \text{сут}^{-1}$ ) с помощью параметризованной модели Райха-Хашимото (красные линии) в черноземной лесостепи



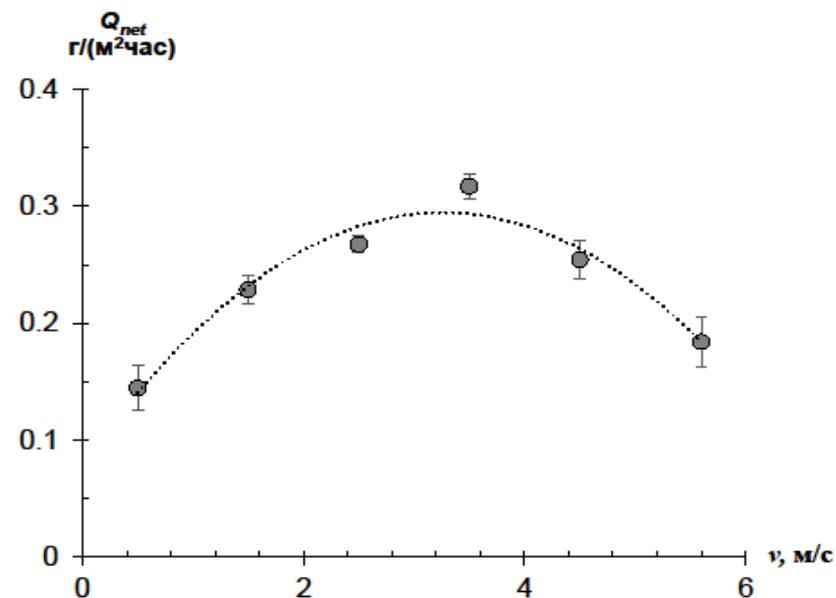
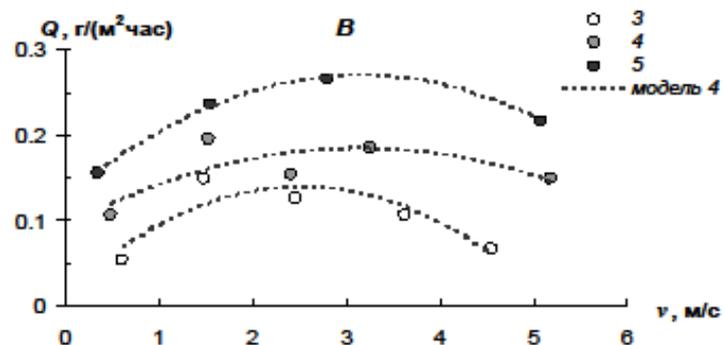
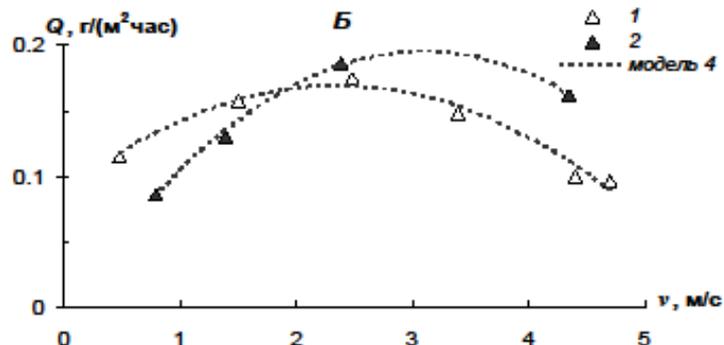
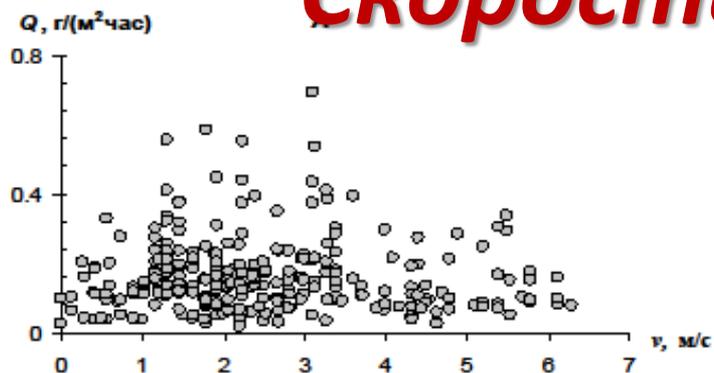
$$R_s = F \times e^{(aT - bT^2)} \times \frac{\alpha P + (1 - \alpha) P_{m-1}}{K + \alpha P + (1 - \alpha) P_{m-1}}$$



**Сравнение летних и зимних уровней дыхания почвы в ходе сукцессии на залежах (гС м<sup>-2</sup> ч<sup>-1</sup>) при различных условиях**

Возраст залежи, годы

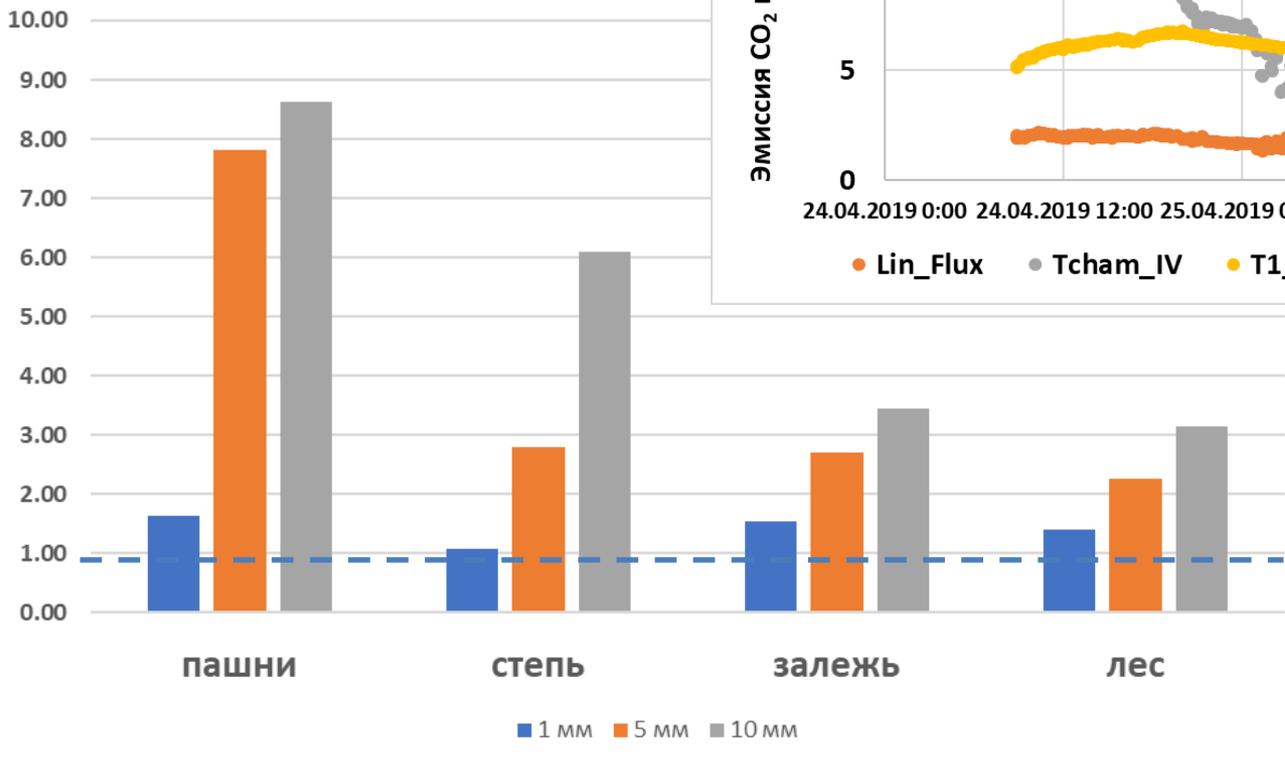
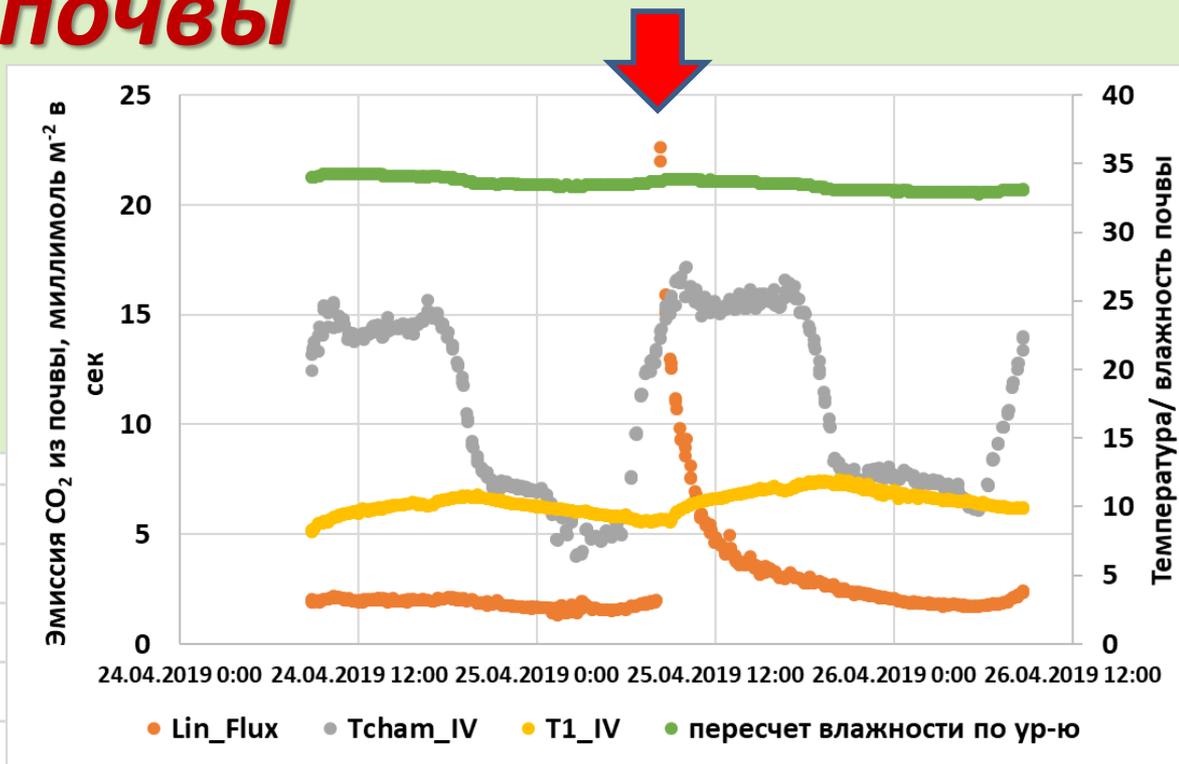
# Скорость ветра и эмиссия $\text{CO}_2$ из почвы



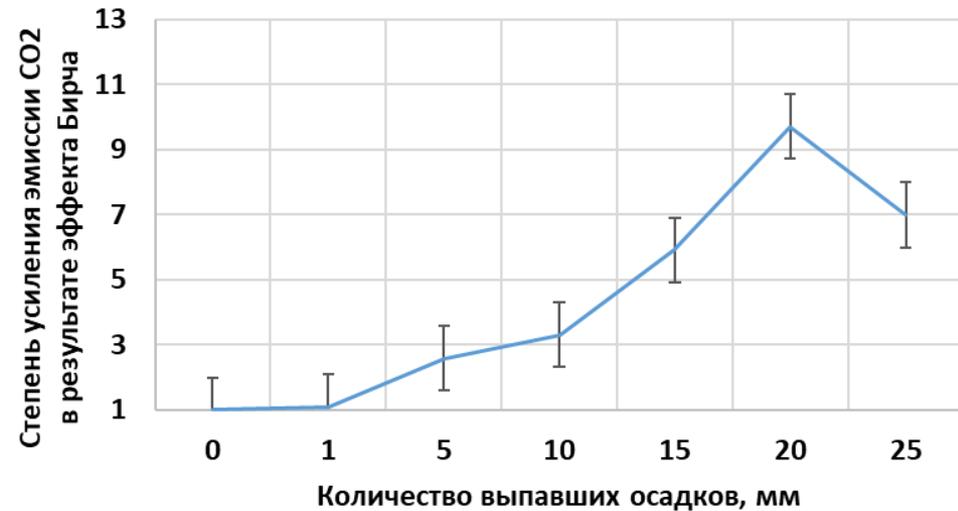
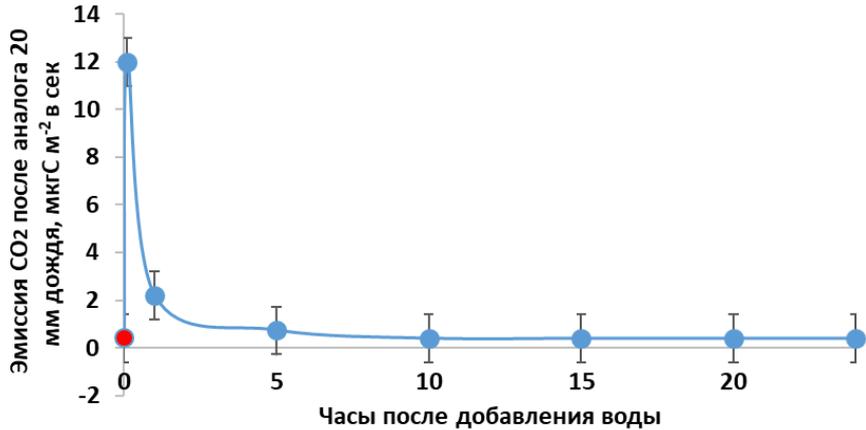
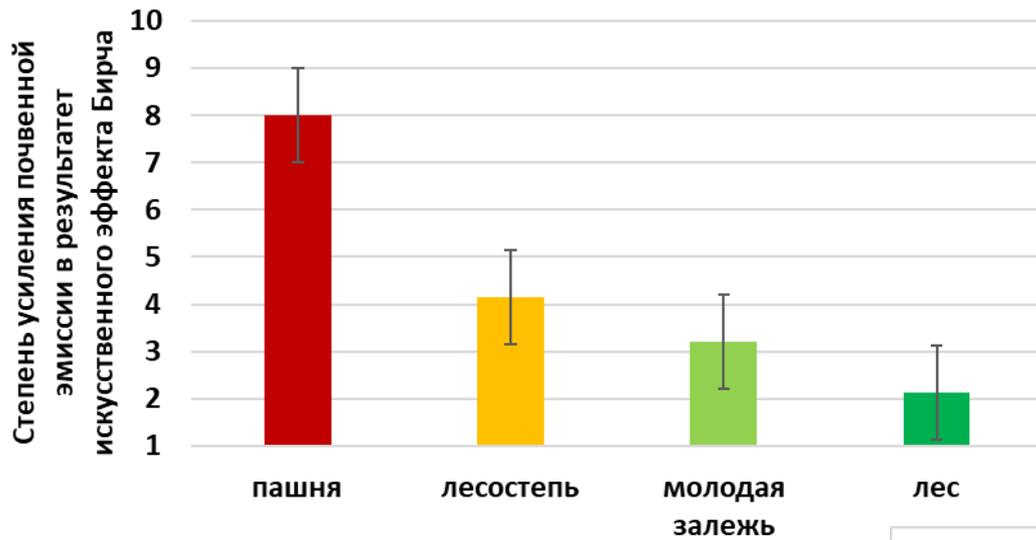
# «Эффект Бирча» и эмиссия CO<sub>2</sub> из

## ПОЧВЫ

Степень усиления эффекта Бирча после добавления воды (1, 5, 10 мм)



# «Эффект Бирча» в экосистемах на типичных черноземах



# Влияние смены культур на годовую эмиссию CO<sub>2</sub> из пахотных черноземов (Курская область) по сравнению с чистым паром

Год	Модель	Озимая пшеница	Подсолнечник	Соя	Ячмень	Кукуруза	Картофель
2017	DNDC	+199.6	+239.7	-	+242.3	-	+276.7
	RothC	+12.8	+0.2	-	+6.9	-	0.0
2018	DNDC	+209.3	-	+100.4	-	+107.7	+212.6
	RothC	+22.1	-	+9.2	-	+22.0	+9.0
2019	RothC	-	+10.6	+10.9	-	-	+10.6
2020	DNDC	-	+249.4	+114.7	+281.9	-	-
	RothC	-	+10.2	+9.4	+17.5	-	-

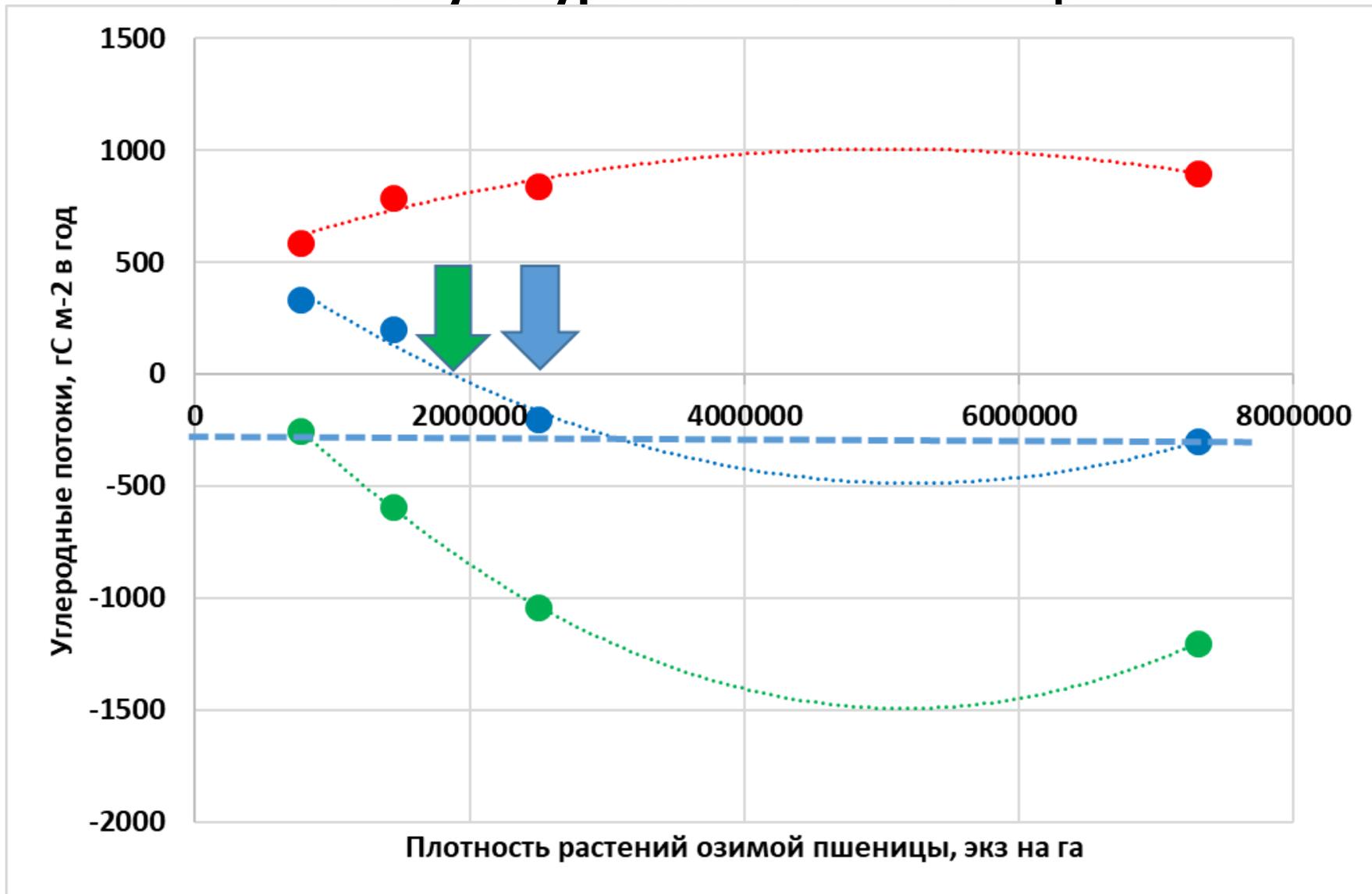


# Восстановленная внутригодовая динамика нетто-потоков CO<sub>2</sub> на участках озимой пшеницы с разной плотностью посадки растений

гС м<sup>-2</sup> в сут

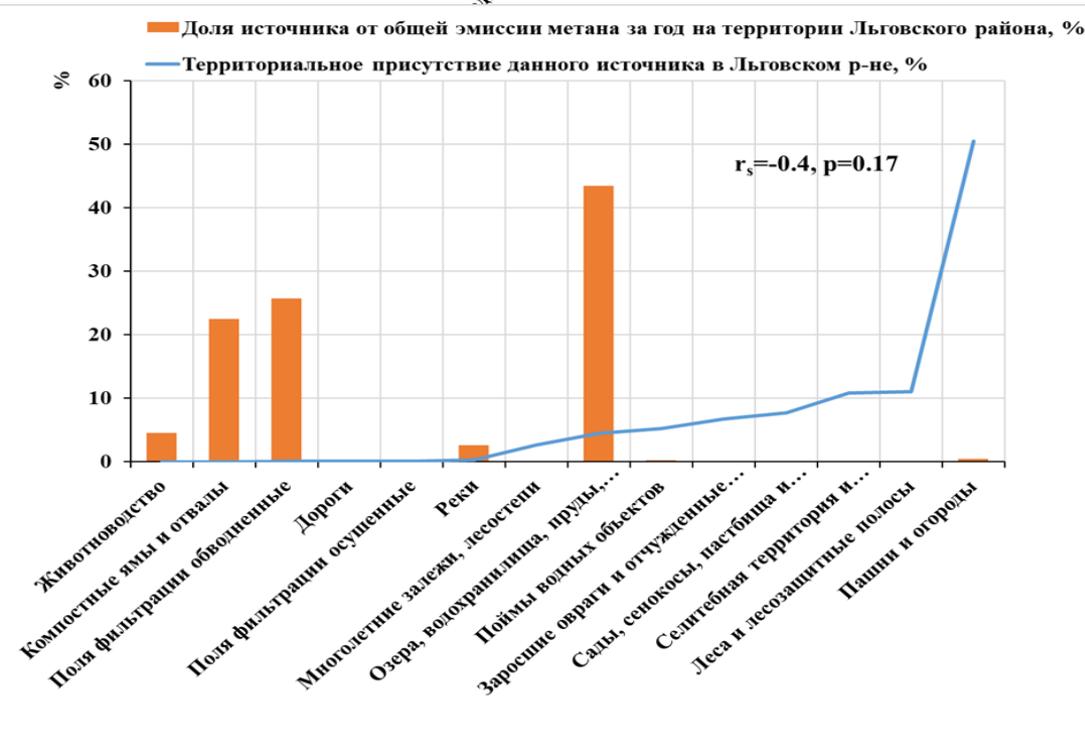
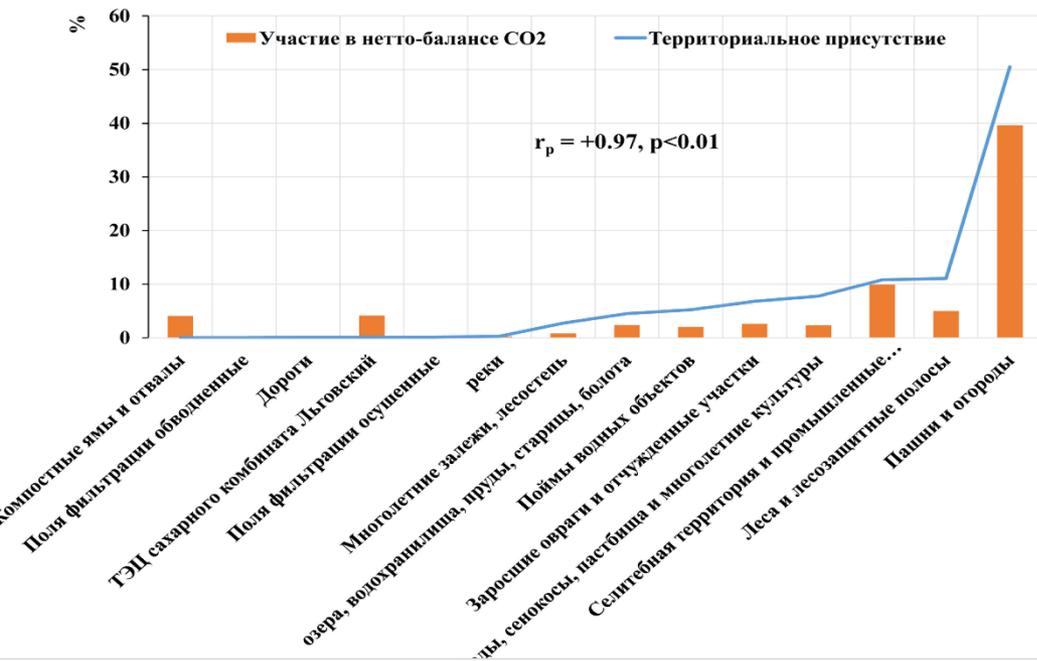


# Зависимость С-потоков (валового дыхания, валовой продукции и нетто-баланса) от плотности посадки в монокультуре озимой пшеницы



# Оценка углеродного баланса Льговского административного района

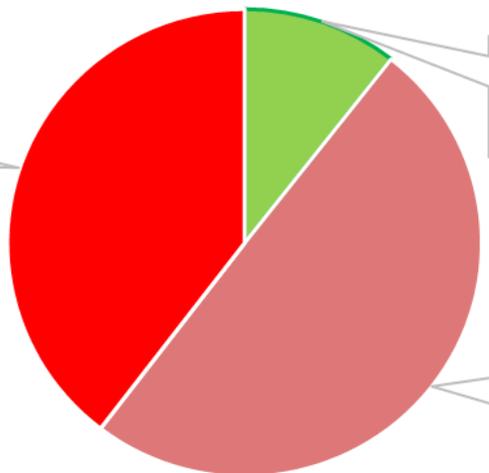




Относительное участие (%) экосистем в нетто-балансе

А) CO<sub>2</sub> и Б) метана на территории Льговского р-на

Пашни и  
огороды  
40%

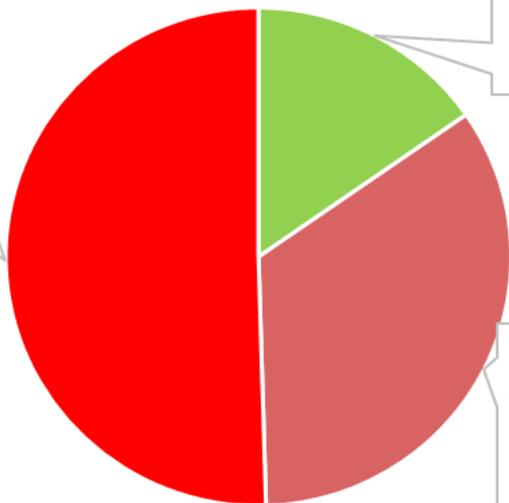


"Природные  
источники"  
10%

Прочие  
антропогенные  
источники

**Участие природных и антропогенных экосистем в нетто-балансе CO<sub>2</sub> Львовского р-на**

Пашни и  
огороды  
51%

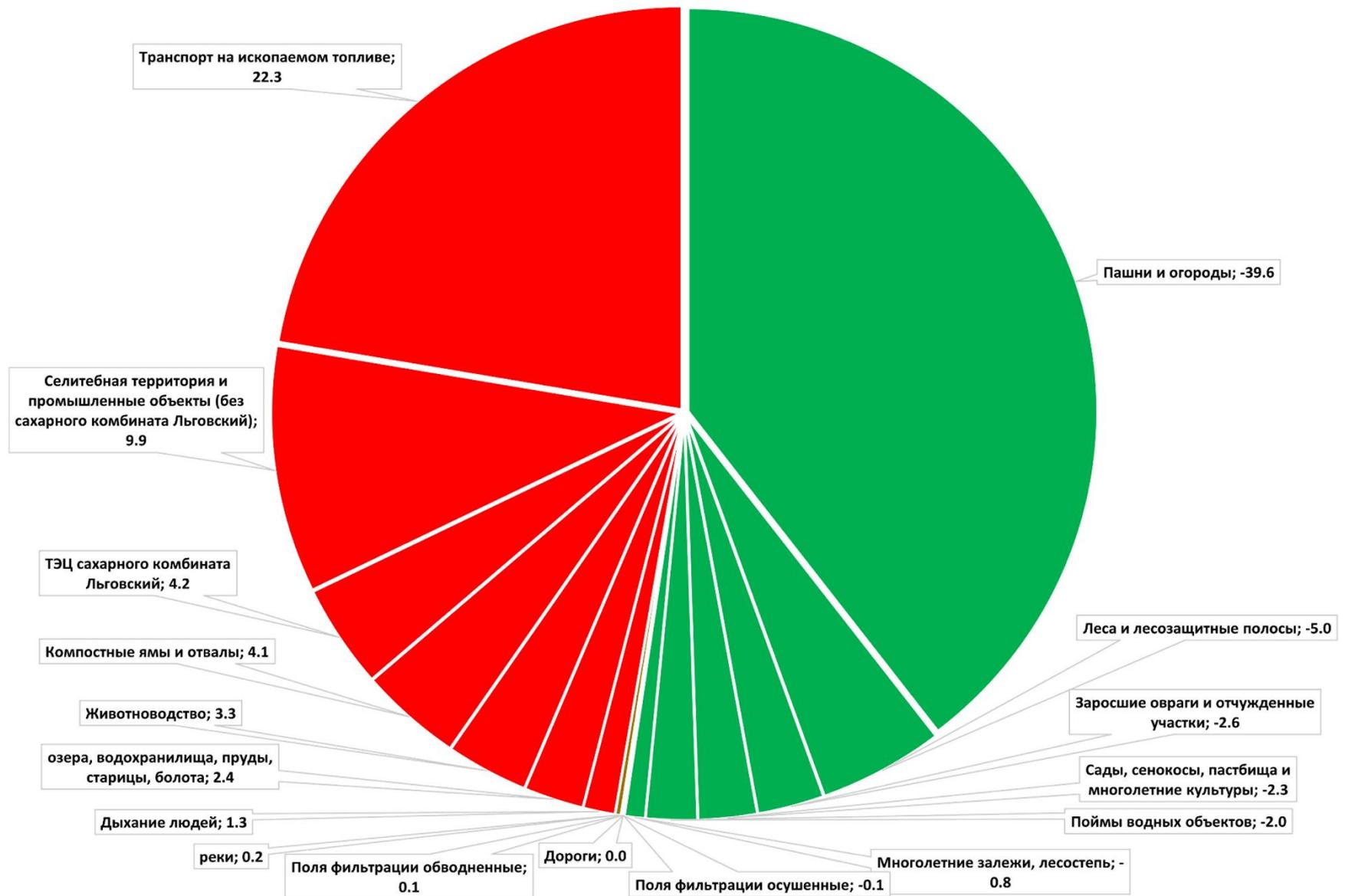


"Природные  
источники"  
15%

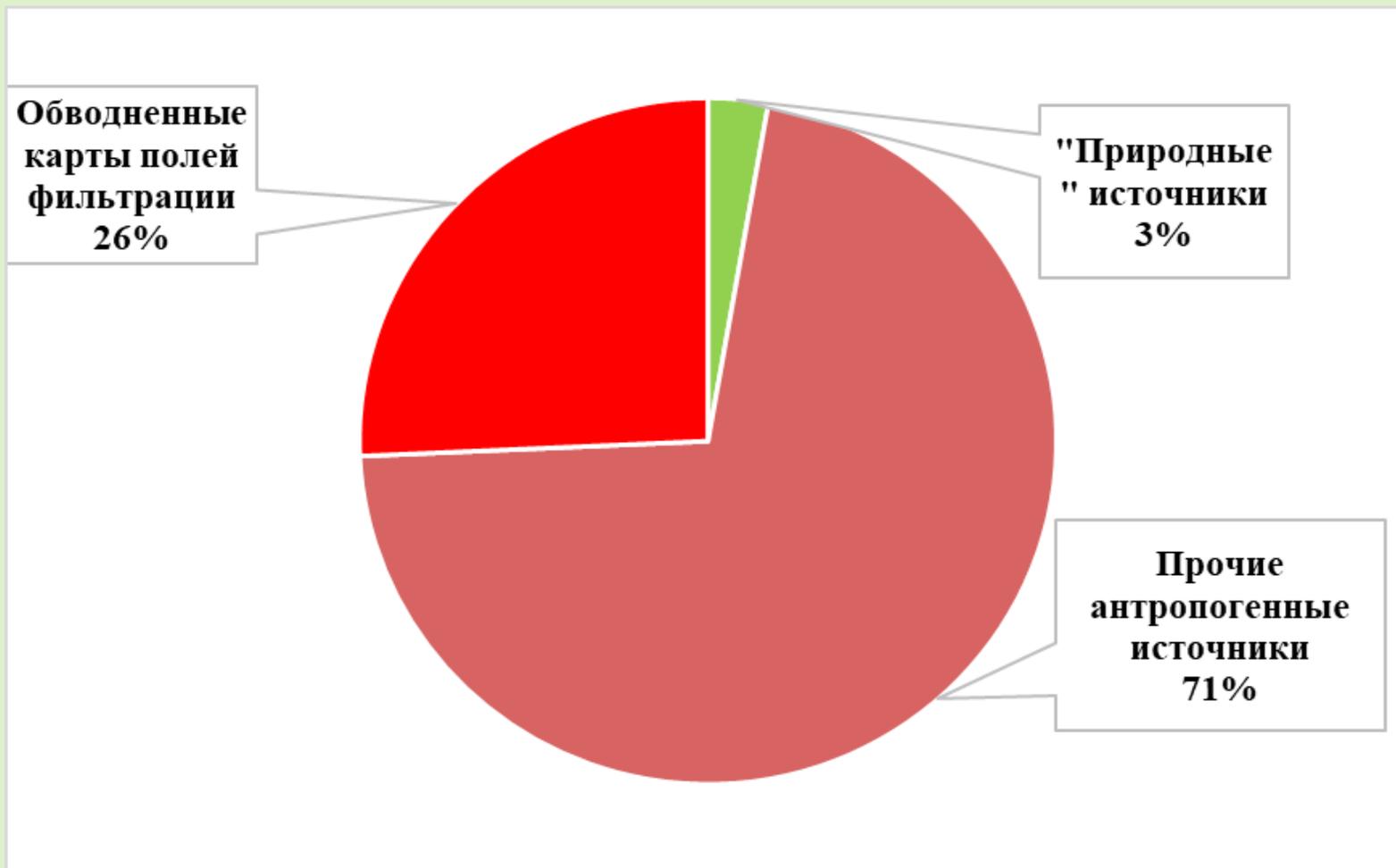
Прочие  
антропогенные  
источники  
34%

**Территориальное присутствие природных и антропогенных экосистем в Львовском р-не**

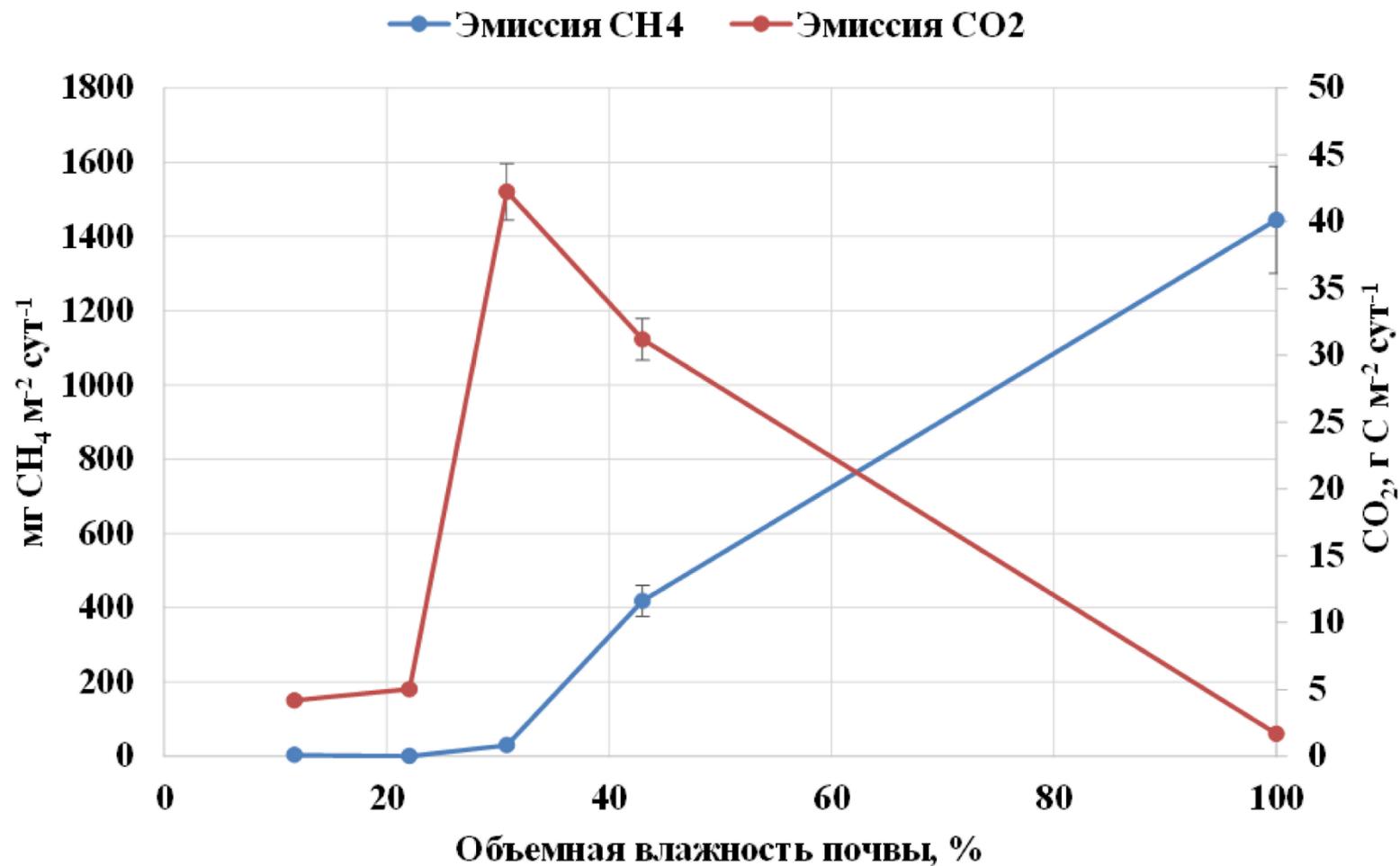
# Годовой баланс CO<sub>2</sub> Львовского района (% по категориям экосистем и точечных объектов)



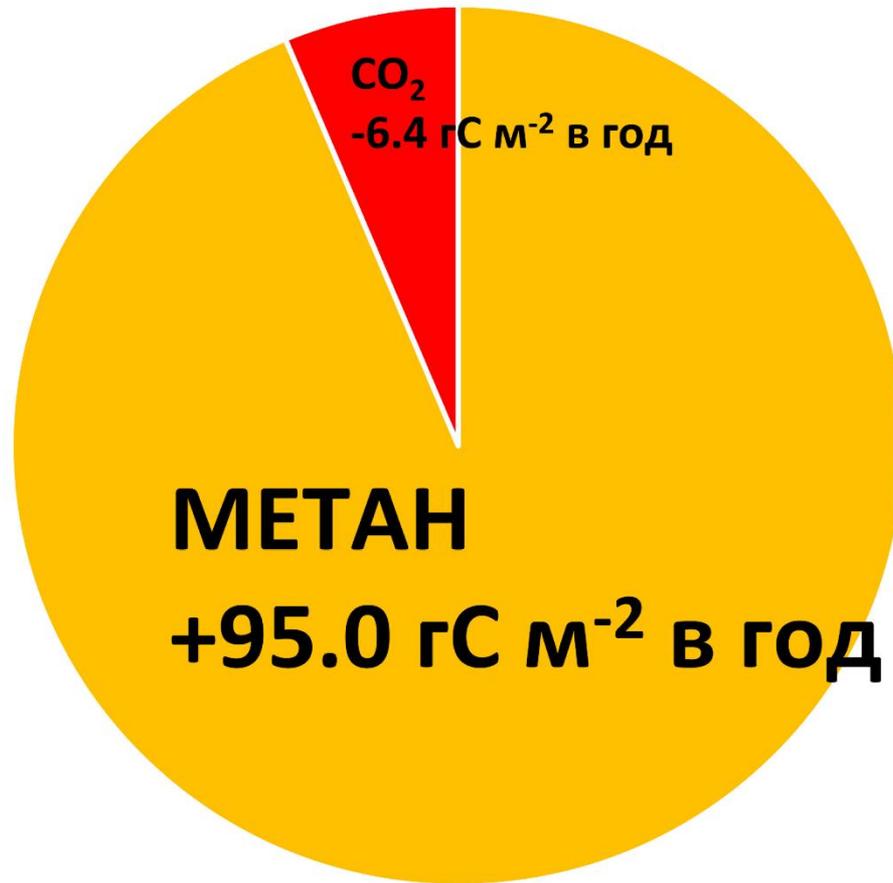
## ***Участие природных и антропогенных экосистем в нетто-балансе метана Львовского р-на***



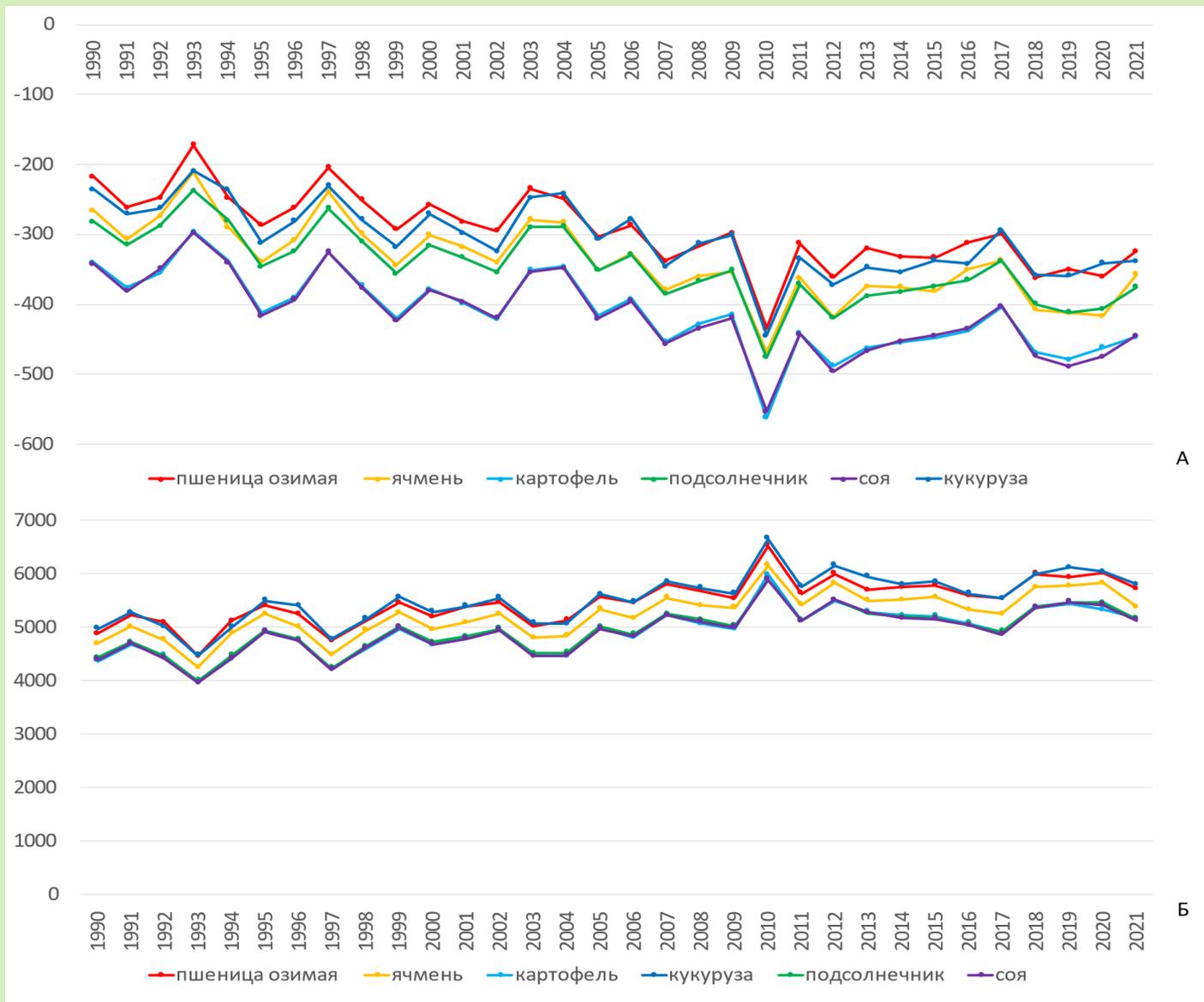
# Скорость эмиссии CO<sub>2</sub> и метана в зависимости от влажности почвы



# Общий углеродный бюджет Льговского района в CO<sub>2</sub>-экв.



# Воспроизведение потоков углерода в Курской области за 1990-2021 гг. с помощью модели RothC, кг С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>: А – изменение содержания органического углерода в почве, Б – эмиссия СО<sub>2</sub> из почвы

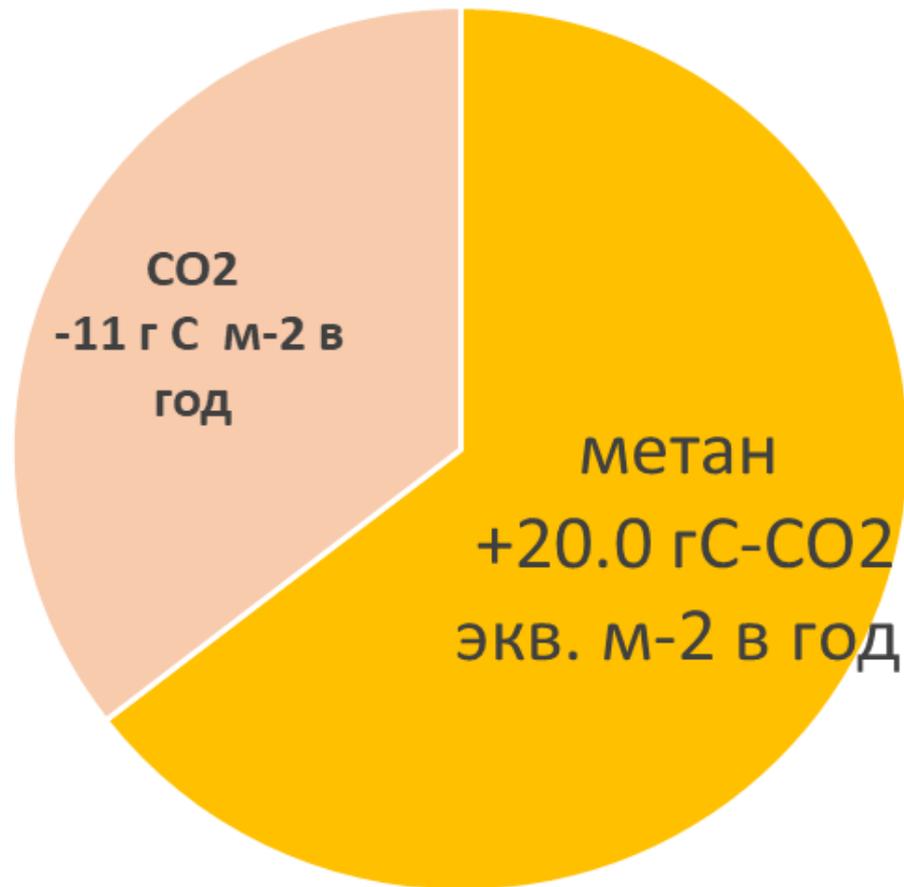


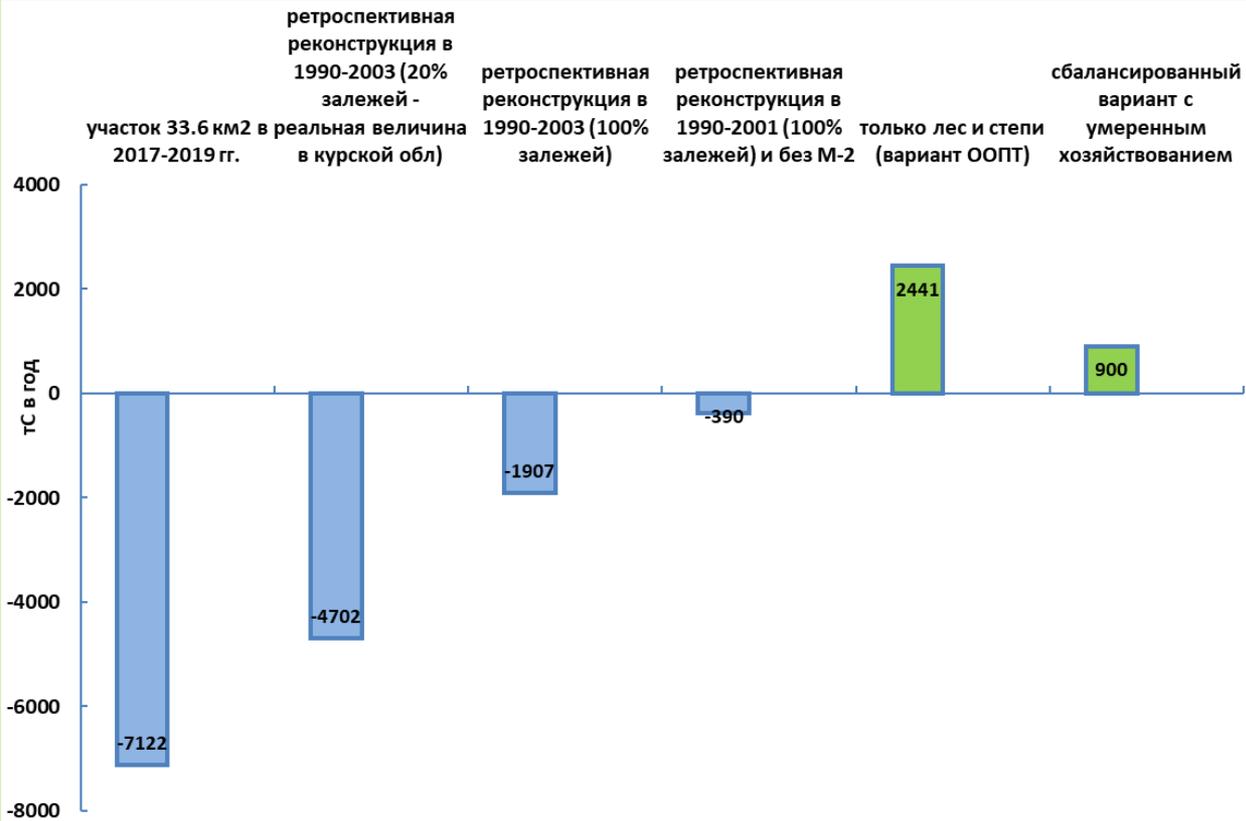
***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ,  
И ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ НА НАШУ  
КУРСКУЮ СТАНЦИЮ!***



3 апр. 2020 г.

# Углеродный бюджет малого бассейна р.Воробжи





# Структура сбалансированного нетто-баланса CO<sub>2</sub> на 33.6 км<sup>2</sup> участке черноземной лесостепи при умеренном землепользовании (Курская обл., Медвенский р-н)

**Сток: +900 тС в год (+26 гС м<sup>-2</sup> в год)**

