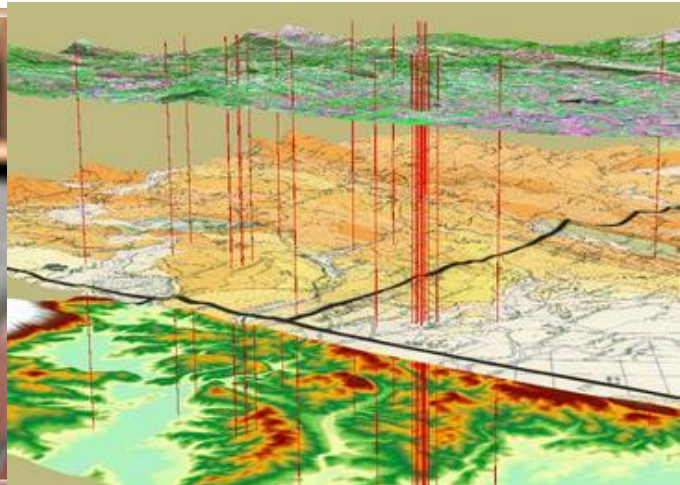


Анализ запасов углерода в городских почвах в контексте климатических изменений

Васенев Вячеслав

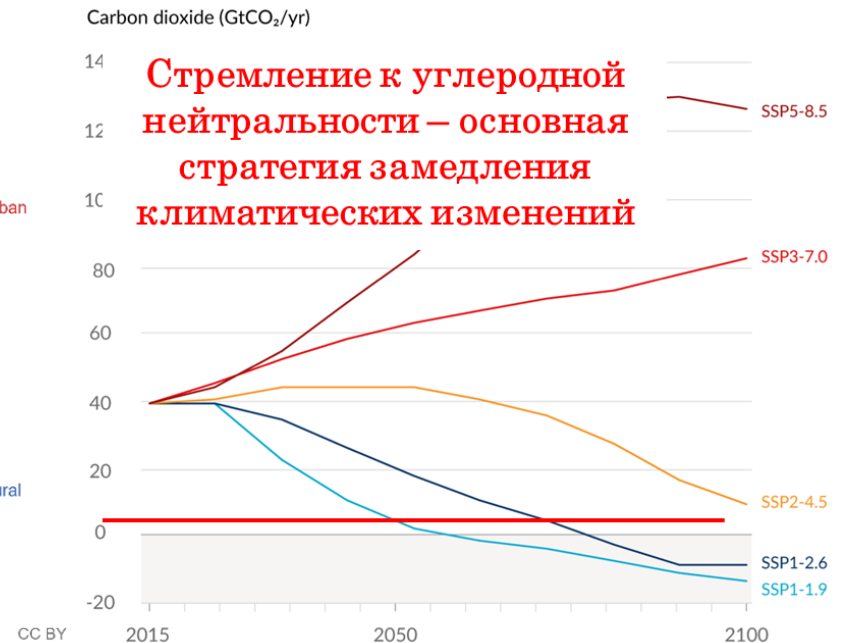


Урбанизация и углеродная нейтральность

- Города – основные источники антропогенных эмиссий парниковых газов
- Городские экосистемы особенно уязвимы к климатическим изменениям за счет формирования городского острова тепла
- Развитие городской зеленой инфраструктуры считается основным природоподобным решением (NBS) по снижению нагрузки на климата, однако роль городских почв в балансе углерода остаются малоизученными.



UN World Urbanization prospects (2018)



6th IPCC report (2021)

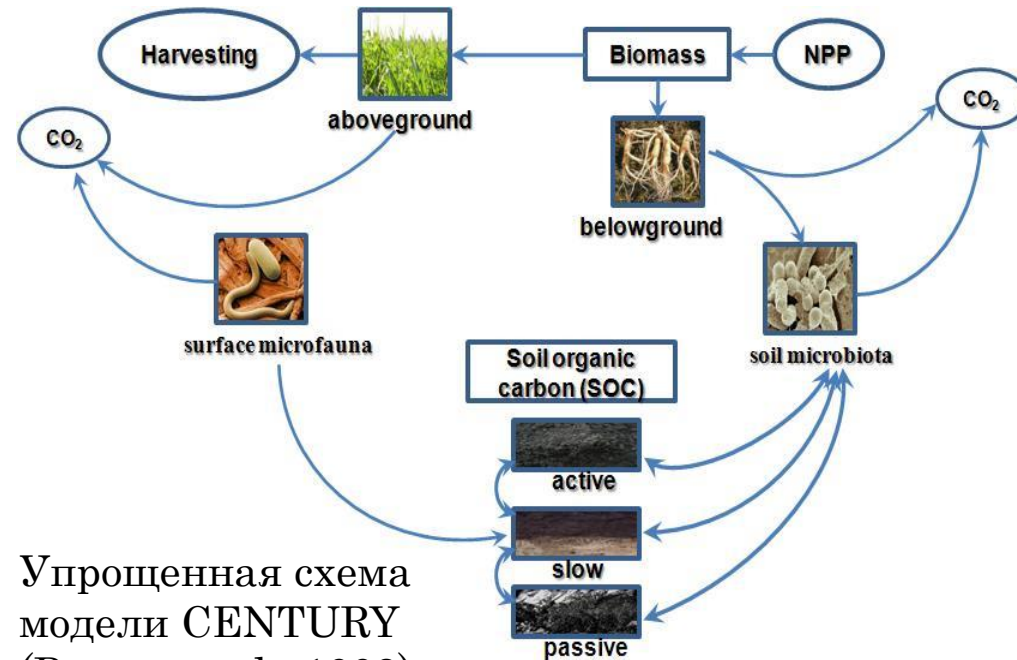
Роль почв в балансе углерода

Почвы – крупнейшей динамический резервуар углерода в наземных экосистемах, содержащий около 3000 гигатонн (3×10^{12} т) углерода

Koechy et al., 2015

Дыхание почв – основной биогенный источник поступления CO_2 в атмосферу

Houghton et al., 2003



Упрощенная схема модели CENTURY (Parton et al., 1993)

Запасы С

- С органического в-в ($\text{C}_{\text{орг}}$)
- С карбонатов ($\text{C}_{\text{карб}}$)
- Пирогенный (черный) С ($\text{C}_{\text{ч}}$)
- Углерод микробной биомассы ($\text{C}_{\text{МИК}}$)

Потоки С

- Дыхание почв (корневая и микробная эмиссия CO_2)
- Эмиссия/поглощение CH_4

Специфика городских почв

Косвенная антропогенная нагрузка



Террасирование



«Остров тепла»



Озеленение

Прямая антропогенная нагрузка



Загрязнение

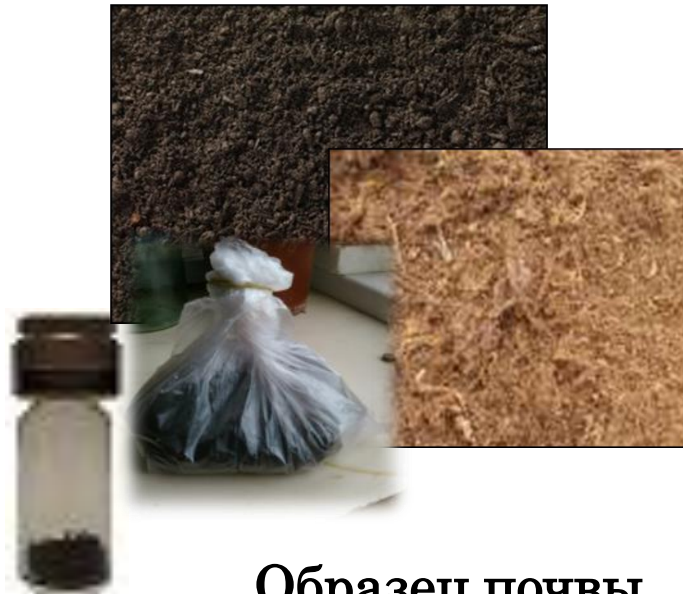


Запечатывание

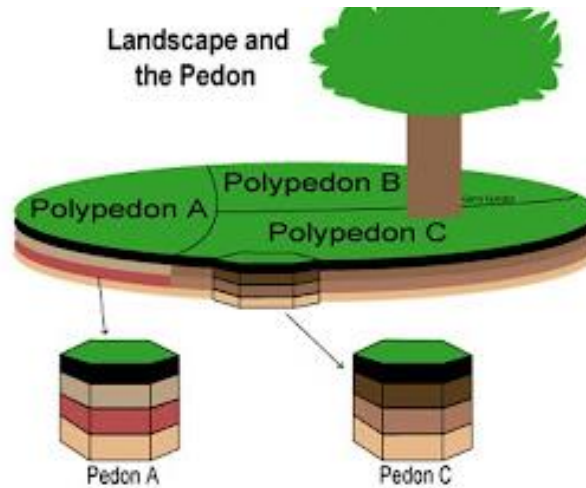


Конструирование

Уровни пространственной организации

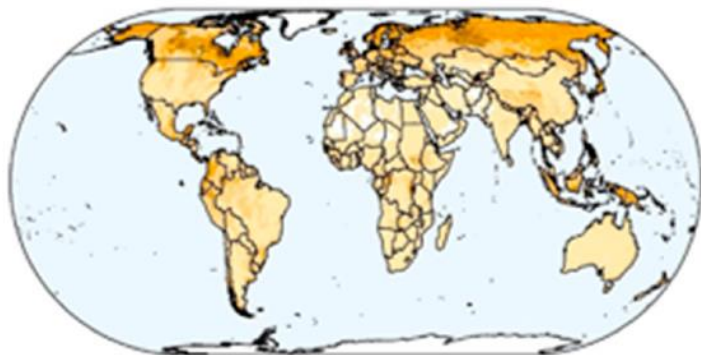


Образец почвы
(почвогрунта)

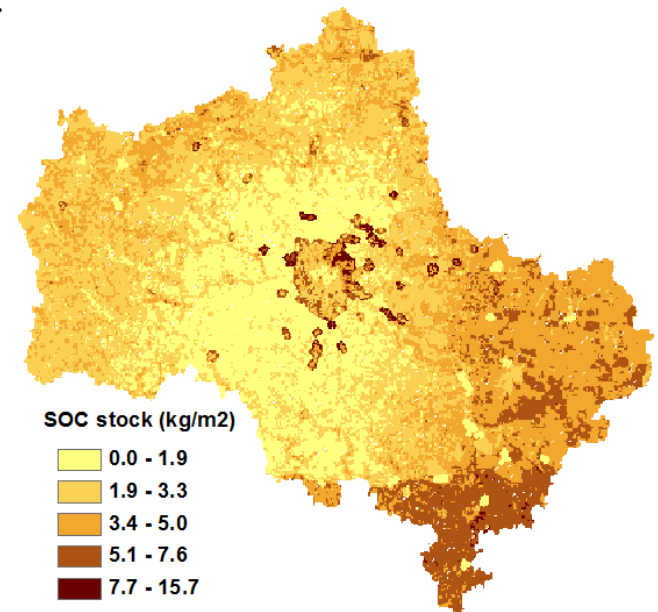


Педон/ полипедон/
экосистема

S-World



Глобальный уровень



Региональный уровень

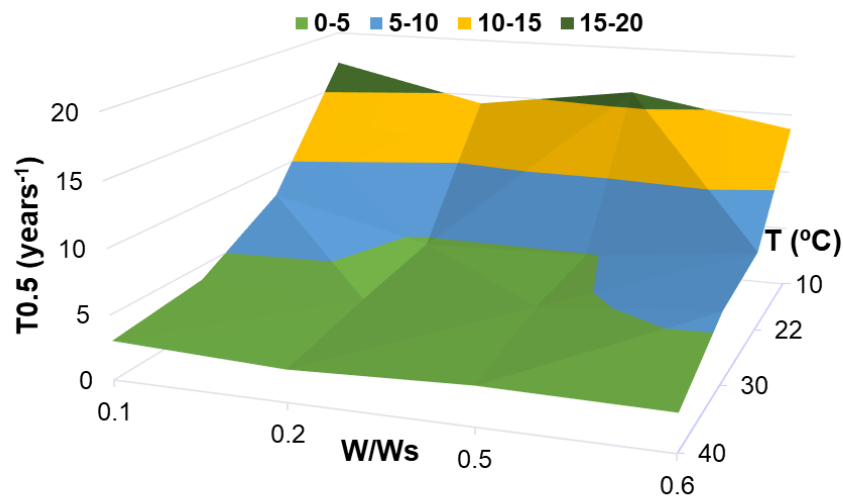
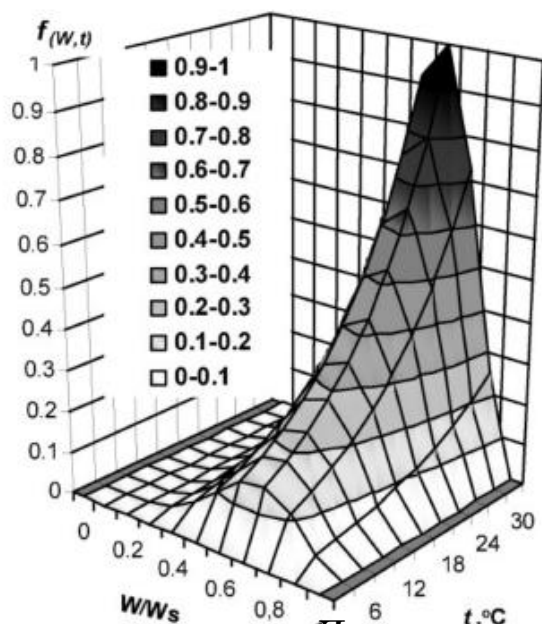
Уровень образца почвы (почвогрунта)

Оценка устойчивости содержания/ запасов органического вещества через коэффициенты биодеструкции и время полураспада ($T_{0.5}$)

$$\frac{dC}{dt} = L - kC$$

$$k = \frac{T_b}{T_0} \left(\ln 100 - \ln \left(100 - 24 \cdot 10^{-2} \frac{12U_m}{44C\%} \right) \right)$$

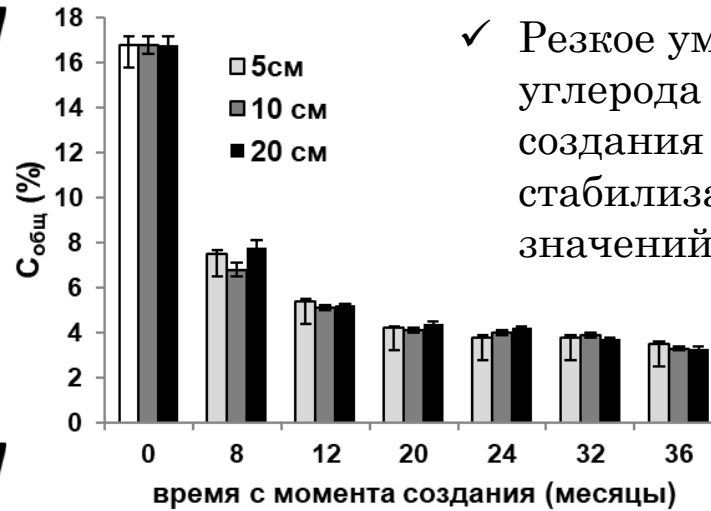
$$T_{0.5} = \ln 2 / k,$$



Для почвогрунтов на основе торфа наиболее интенсивная биодеструкция при температуре выше 30°C и влажности от 0.5 до 0.7 ПВ. В этих условиях $T_{0.5}$ снижается в 3-10 раз по сравнению со стандартными

Smagin et al., 2018; Ivashchenko et al., 2021

Почвенные конструкции



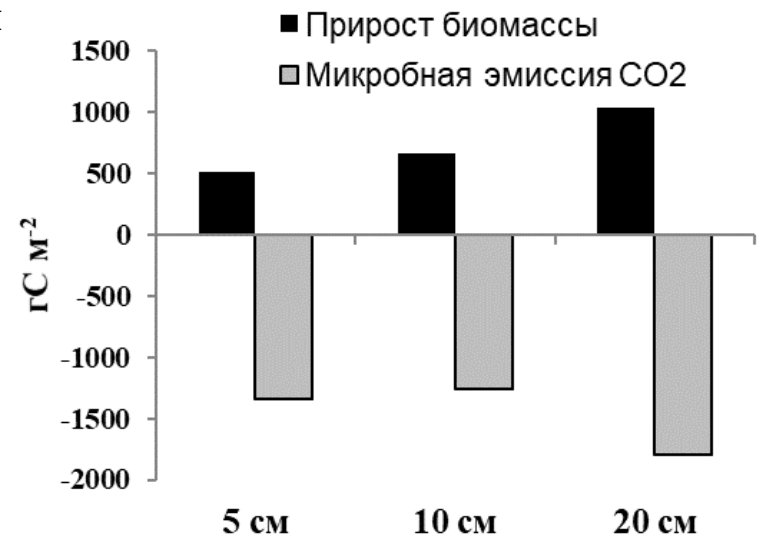
✓ Резкое уменьшение содержания углерода в первые годы после создания с постепенной стабилизацией на уровне фоновых значений



✓ Отрицательный баланс углерода для всех типов конструкций

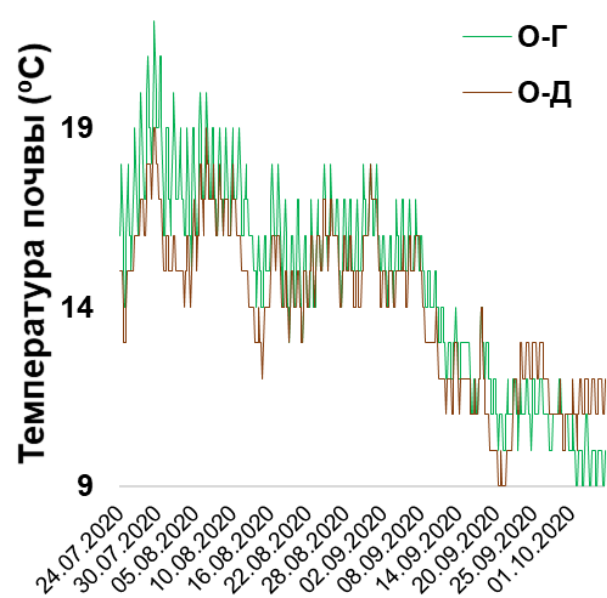
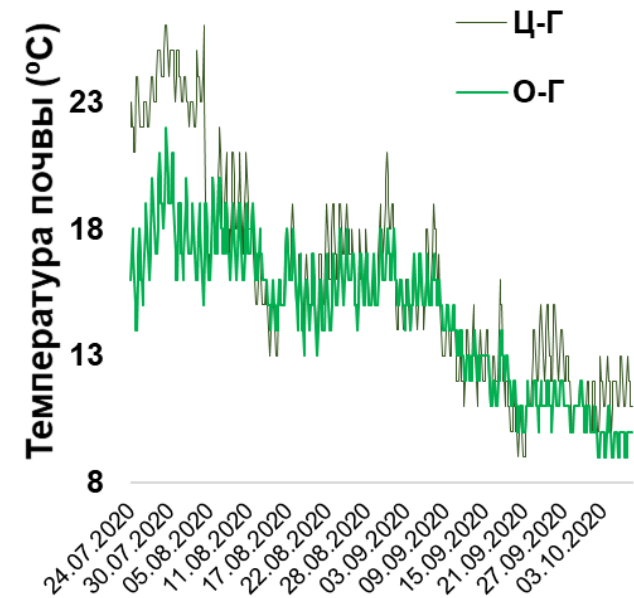
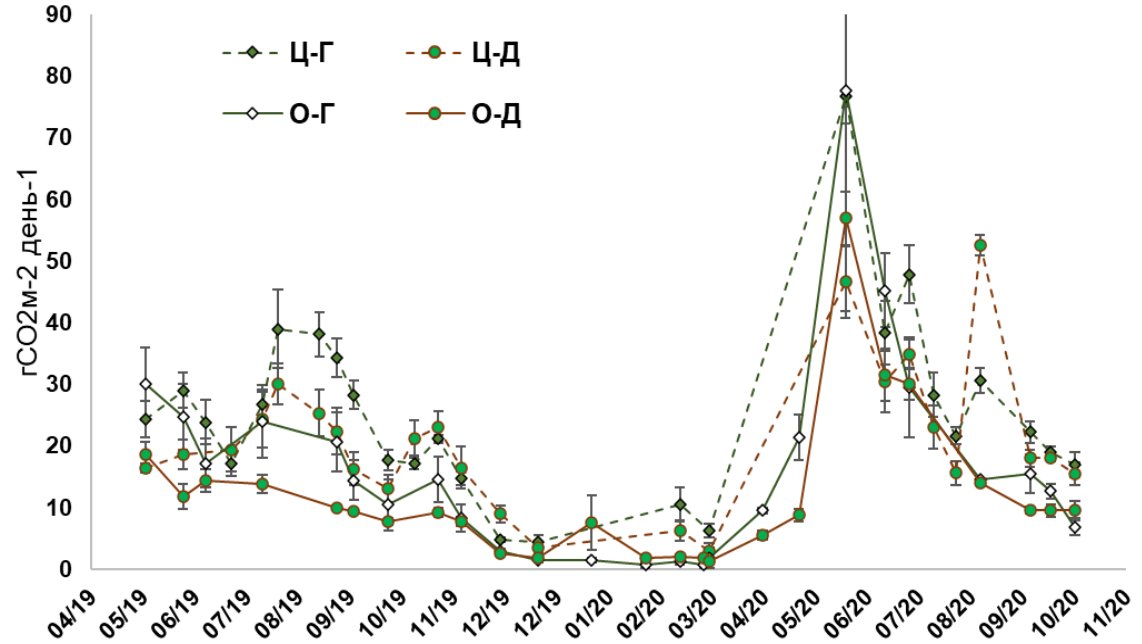


✓ Для конструкций с мощностью органического горизонта < 10 см – ускоренная деградация

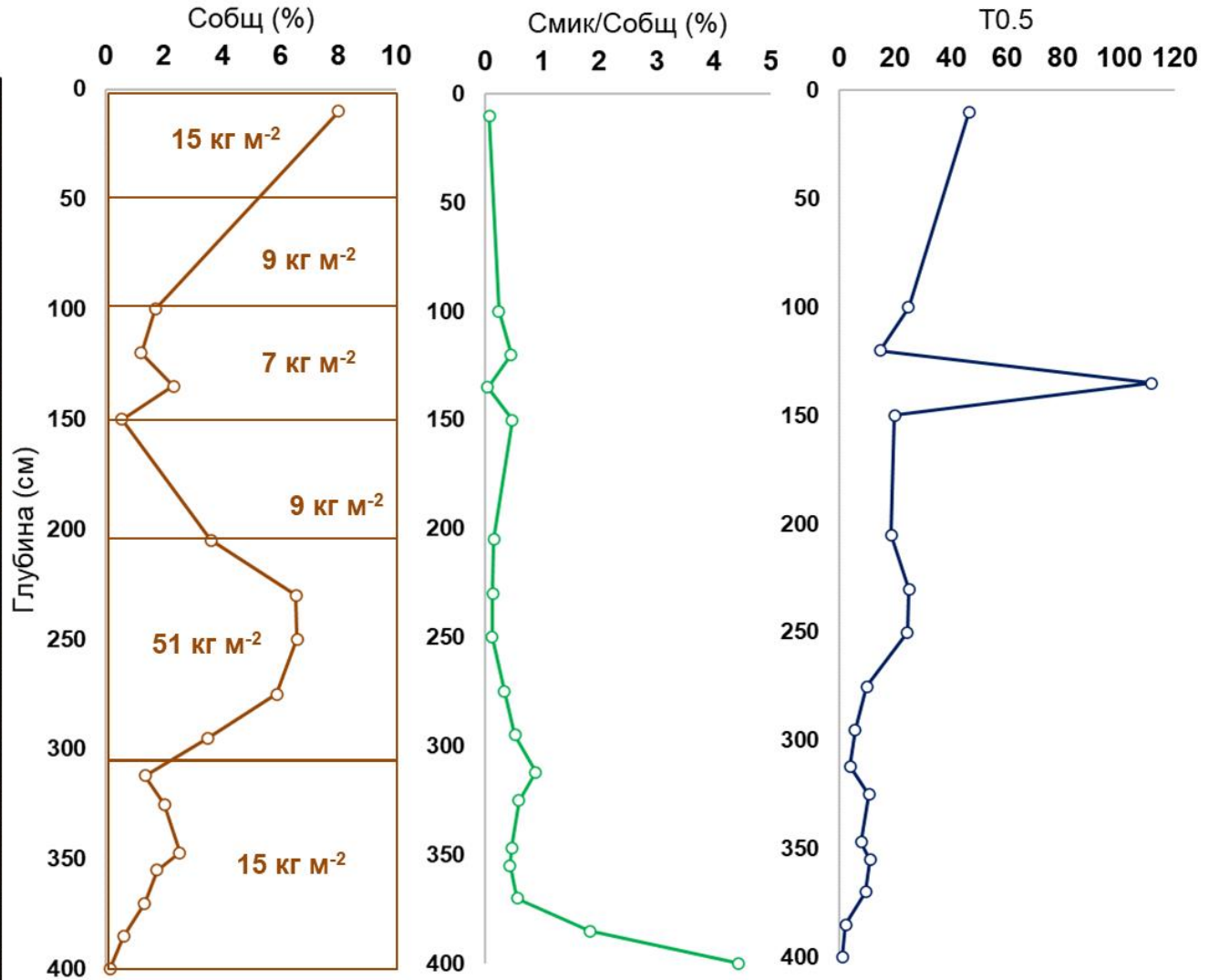


Факторы неоднородности эмиссии CO₂

- ✓ В центре (Ц) по сравнению с окраиной (О) температура почв выше на 3-6 °С выше, влажность ниже – на 10-15% эмиссия, а эмиссия CO₂ выше на 50%
- ✓ Под газонами (Г) эмиссия на 20-30% выше, чем под деревьями (Д) на том же участке

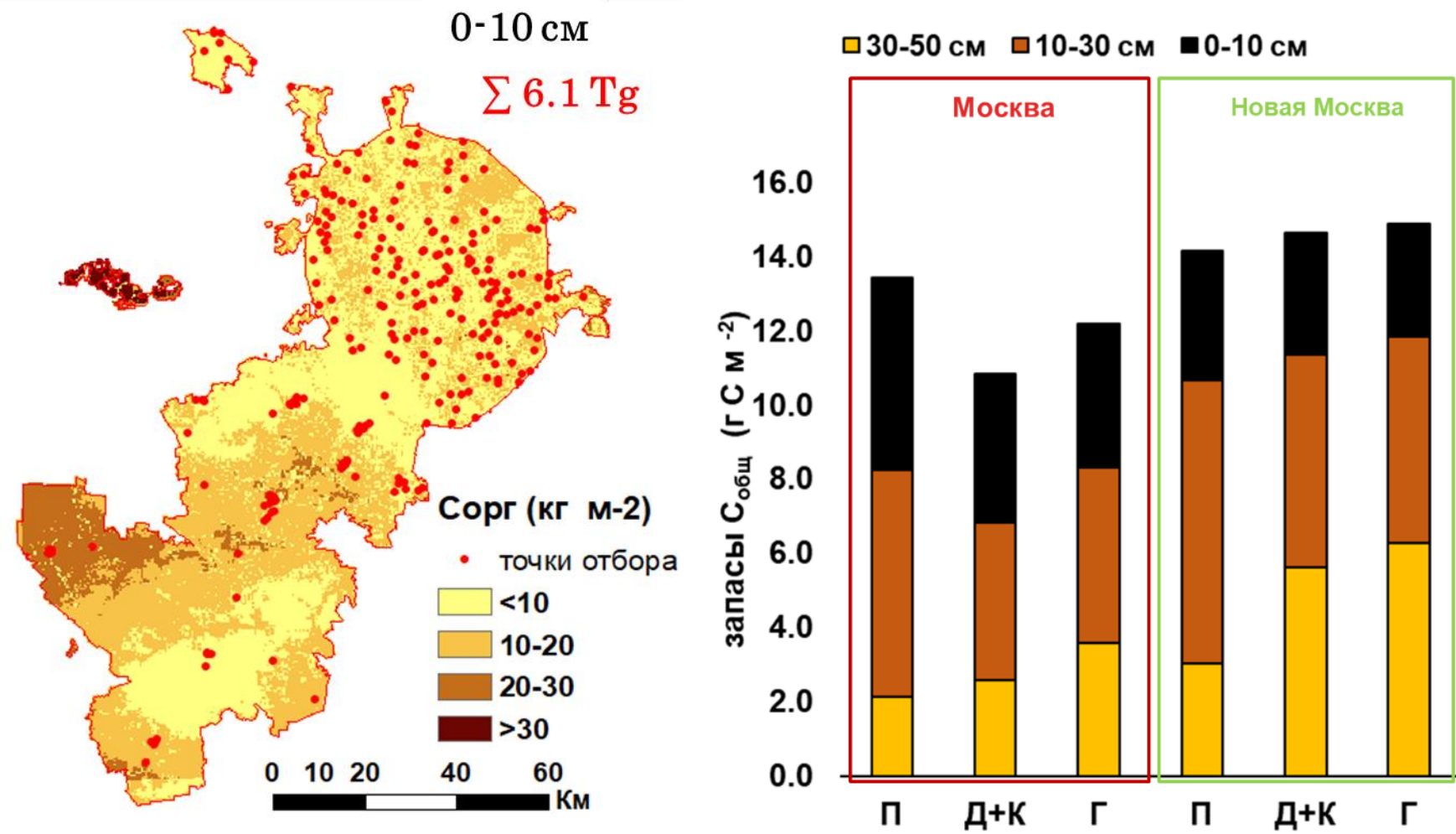


Запасы углерода в культурных слоях



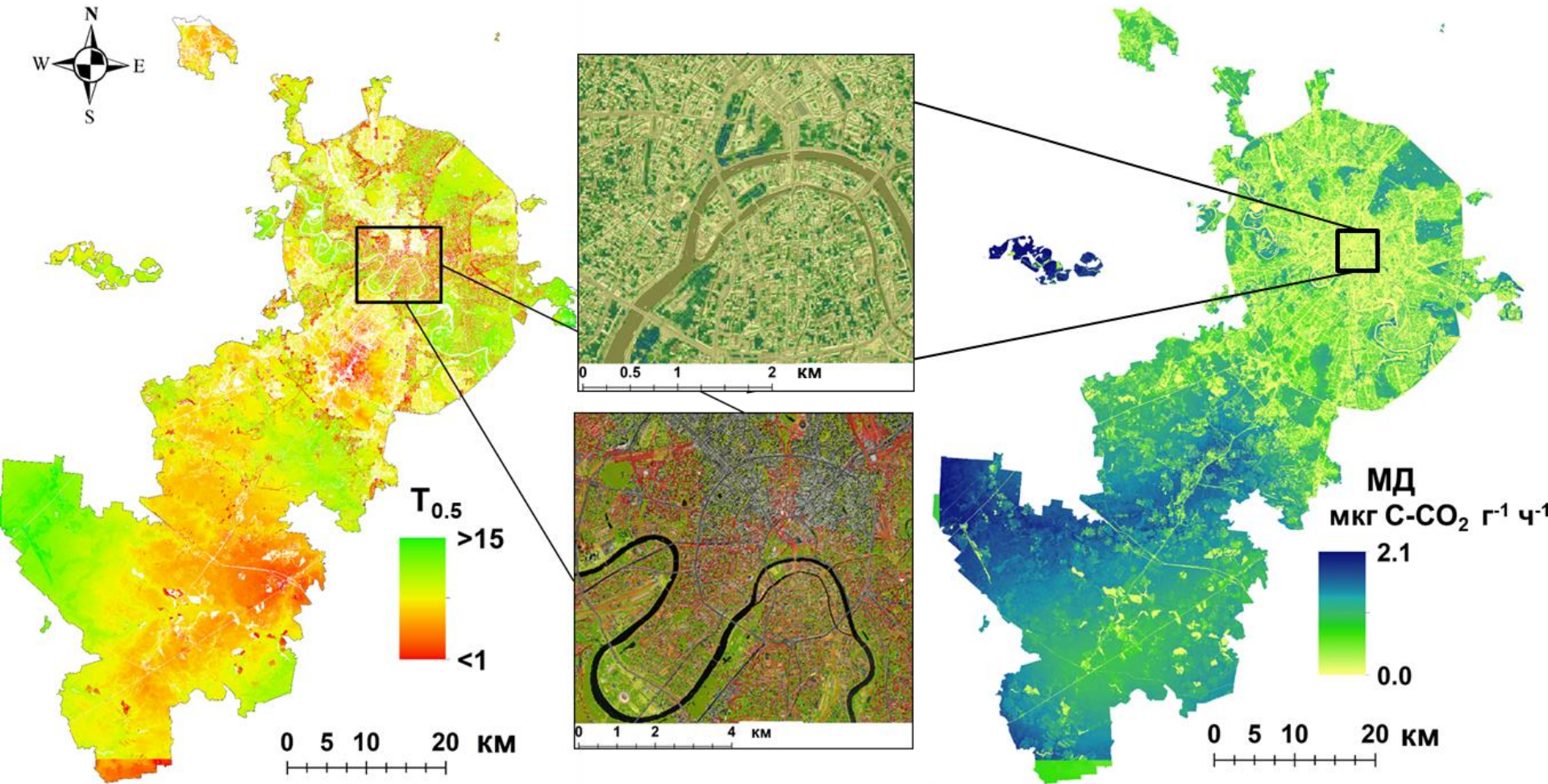
- ✓ Общий запас в 4-м культурном слое в центре г. Москва составил 105 кг С м⁻²
- ✓ Максимальные запасы отмечены на глубинах 2-3 м

Картирование запасов углерода в г. Москва



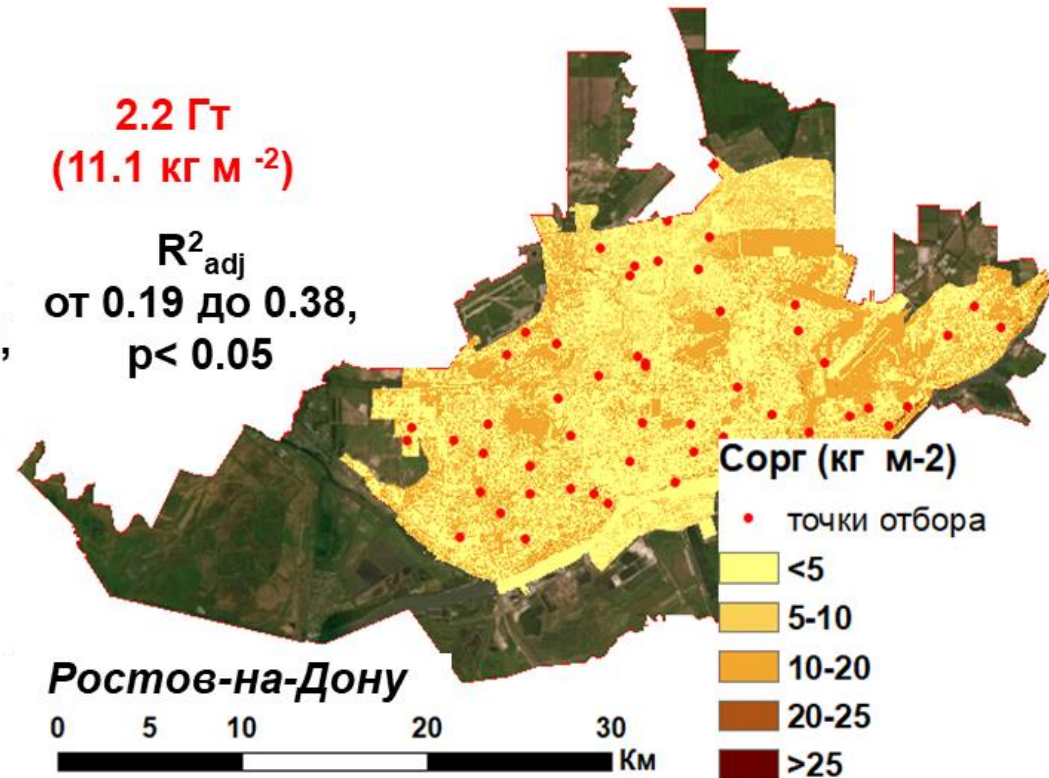
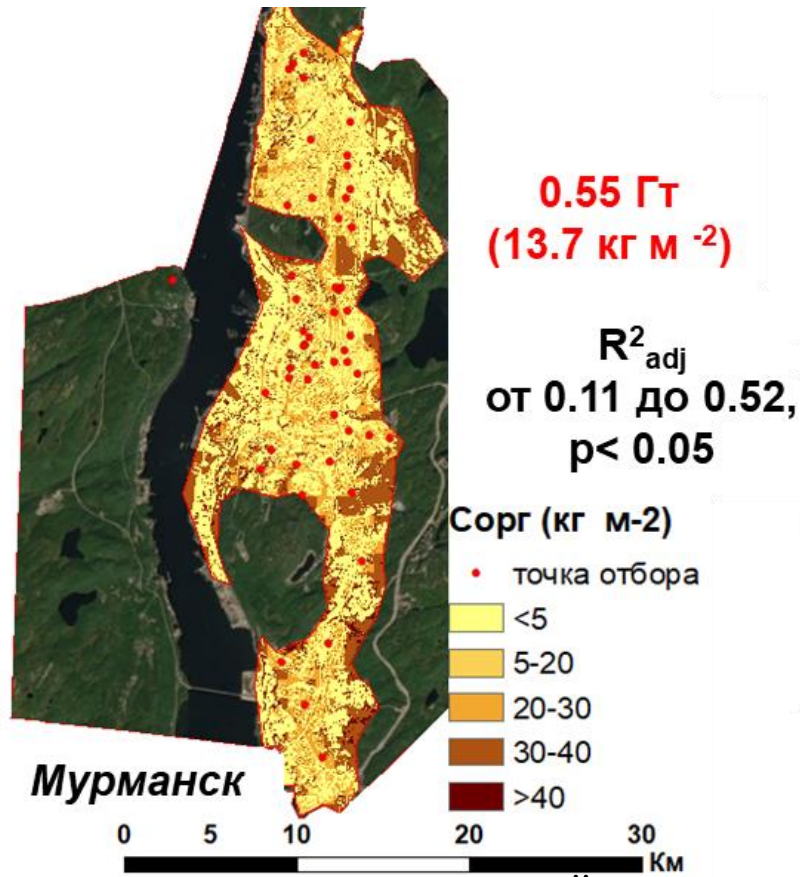
Запасы $C_{\text{общ}}$ (кг С м⁻²) для слоя 0-10 и 0-50 см и распределение по профилю для незапечатанных территорий: пустырей (П), древесно-кустарниковой растительности (Д+К) и газонов (Г) в Москве и Новой Москве

Влияние городского острова тепла



- ✓ Максимальное микробное дыхание – небольшие благоустроенные рекреационные и жилые зоны в центре Москвы
- ✓ Дополнительная эмиссия CO₂, обусловленная эффектом городского острова составила 59 тыс. тонн

Факторы неоднородности в других городах



Факторы пространственной неоднородности:

- Запечатанность
- Историческое зонирование (максимум в зоне деревянной застройки в центре города (> 45 кг м⁻²) и в новых районах на периферии (~ 30 кг м⁻²)

Факторы пространственной неоднородности:

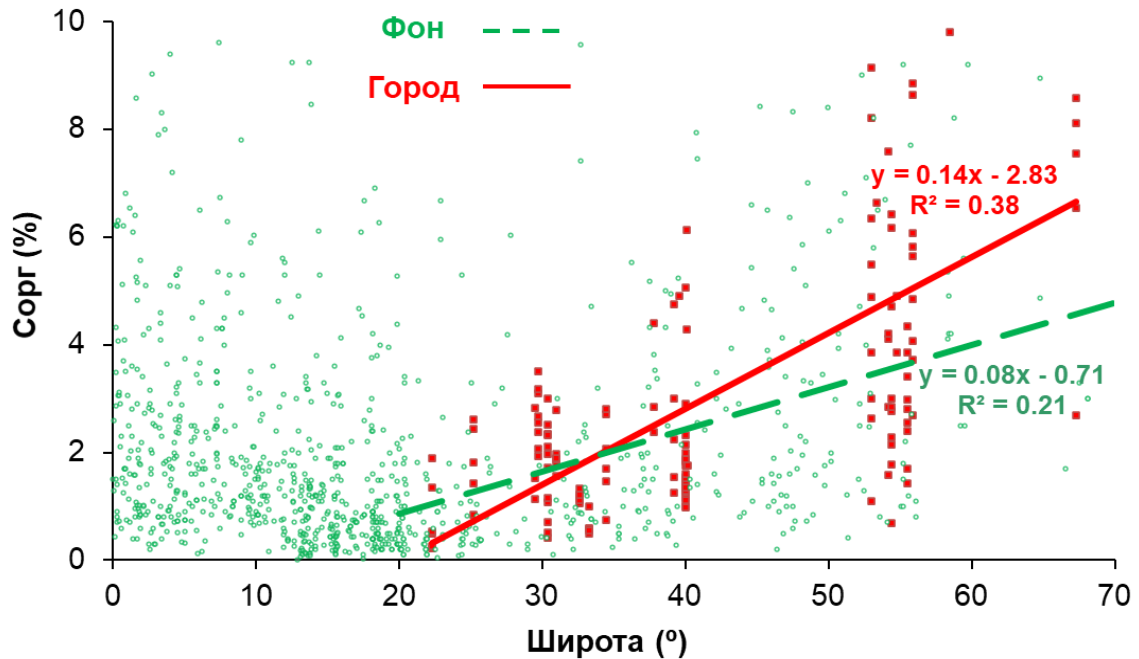
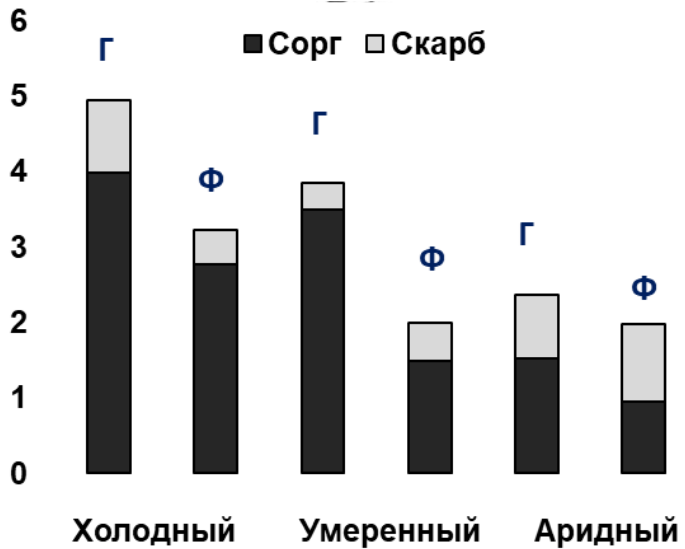
- Историческое зонирование
- Растительность (максимальные запасы в рекреационных зонах с доминированием древесной растительности (например, для парка Островского и для поймы р. Темерник)

Глобальные закономерности

Kuzyakov & Vasenev, 2018



Запасы (кг С м²)
в слое 0-10 см



Продолжим дискуссию на SSC-2022

ABOUT

PROGRAM

DEADLINES AND
PRICES

3MUGIS-2020



Smart Sustainable Cities -2022 20-22 июля, Москва
Регистрация на ssc-conf.org