

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

II Всероссийская научная конференция с международным участием
“Научные основы устойчивого управления лесами”
Москва, 25–27 октября 2016

Команда



Быховец С.С.



Зудин С.Л.



Комаров Александр Сергеевич



Чертов Олег Георгиевич



Надпорожская М.А.



Михайлов А.В.



Зубкова Е.В.



Шанин В.Н.



Грабарник П.Я.



Трипутина И.В.



Хараськина Ю.С.



Безрукова М.Г.



Шашков М.П.



Фролов П.В.

План доклада

Цель

Система моделей EFIMOD

Адаптация для работы на уровне лесничеств

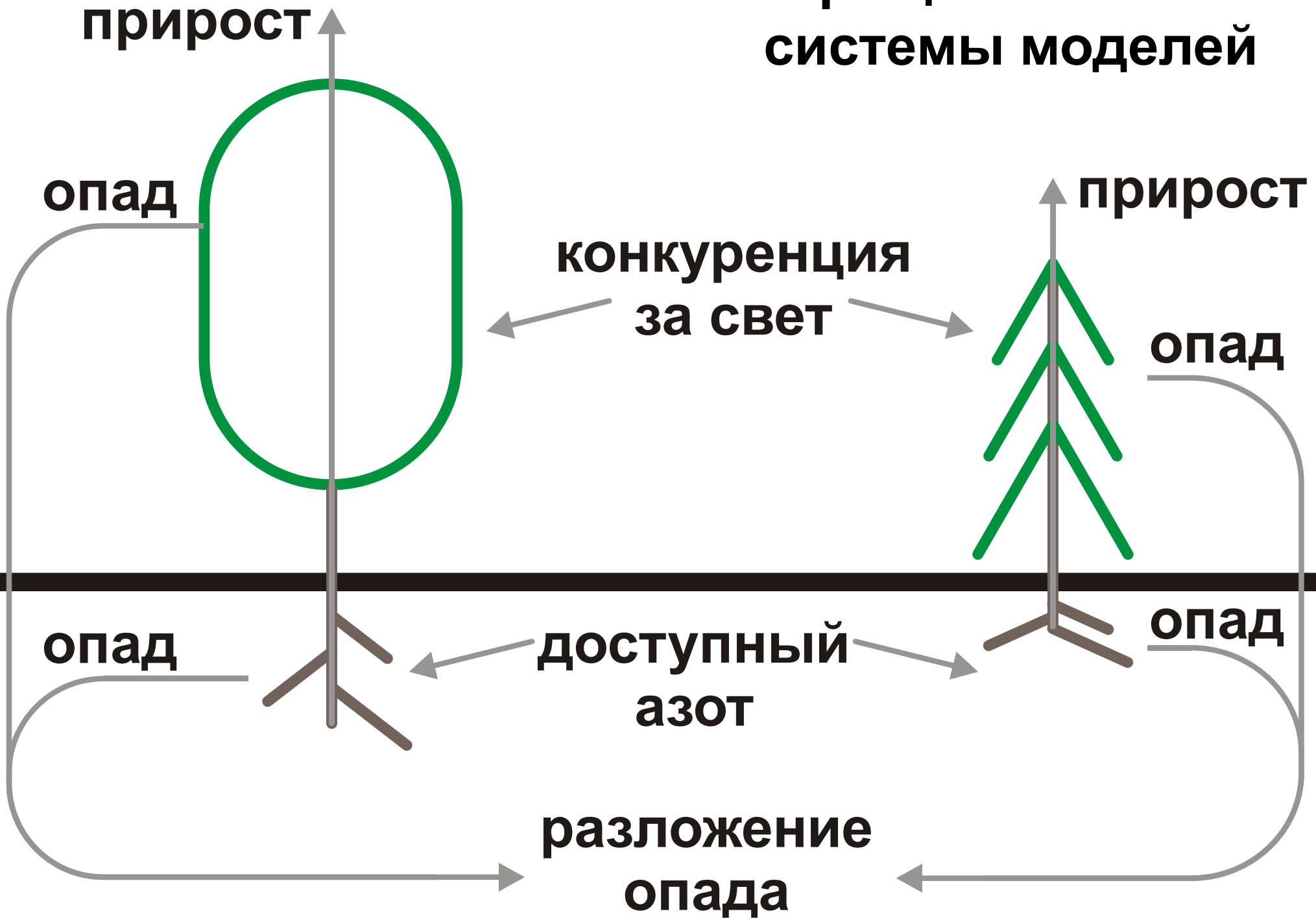
Сценарии и объекты исследования

Результаты

Цель

Анализ динамики экосистемных функций (баланс углерода, продуктивность, видовое разнообразие и пр.) на больших территориях с сохранением пространственной детализации при разных сценариях ведения лесного хозяйства в условиях изменения климата и при разных уровнях поступления соединений азота из атмосферы с использованием компьютерного моделирования.

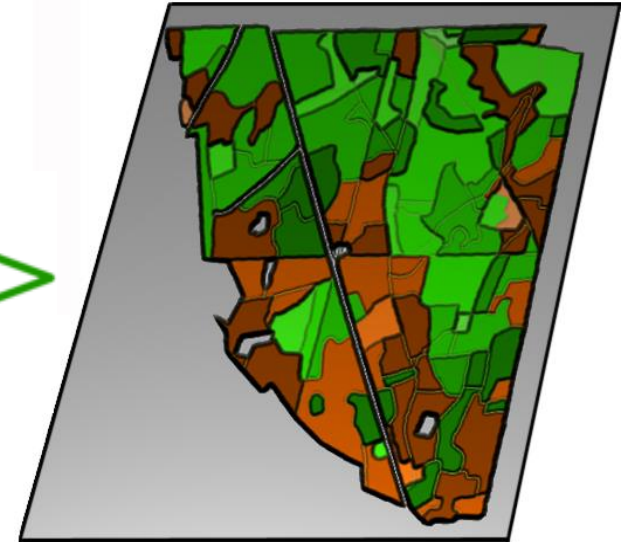
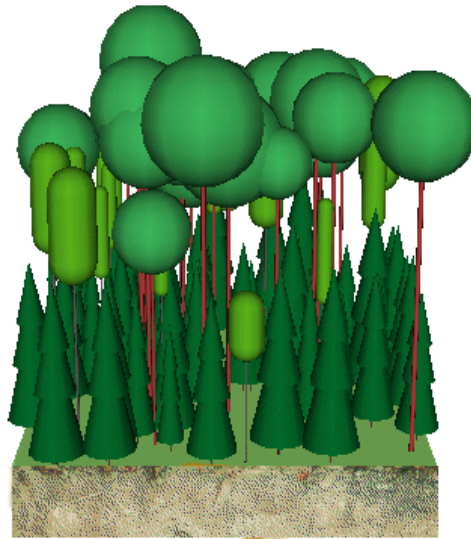
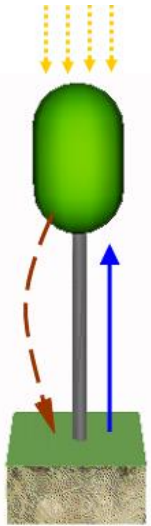
Упрощенная схема системы моделей



Входные и выходные данные

| | Входные данные | Выходные данные |
|----------------------------|---|---|
| Климатические | Среднемесячная t °С воздуха и почвы, среднемесячное количество осадков | t °С и влажность подстилки и минеральной почвы помесечно |
| Почвенные | Запасы органического вещества и содержание азота в органических и минеральных горизонтах почвы | Запасы органического вещества и содержание азота в органических и минеральных горизонтах почвы, количество азота в доступных для растений формах, эмиссия CO ₂ |
| Видовые | Потенциальный прирост, коэффициенты по распределению биомассы по органам дерева, удельное потребление азота | |
| Параметры древостоя | Видовой и возрастной состав, высота, диаметр, количество деревьев | Видовой и возрастной состав, высота, диаметр, количество деревьев, биомасса, запас |
| Лесохозяйственные | Время рубки, тип рубки, интенсивность, количество порубочных остатков, посадки, возобновление | Количество запасенной древесины, количество азота и углерода, вывезенных с территории |

Уровни применения модели



**Моделирование
роста одного
дерева**

**Моделирование
древостоя**

**Моделирование
блока выделов и
территории**

Описание алгоритма генерализации

1. Группировка выделов по:

- доминанту древостоя
- типу лесорастительных условий
- группе возраста

2. Расчет внутри каждой из групп средневзвешенных значений:

- запаса древостоя
- полноты древостоя
- состава древостоя и таксационных характеристик для каждой древесной породы

Лесохозяйственные сценарии

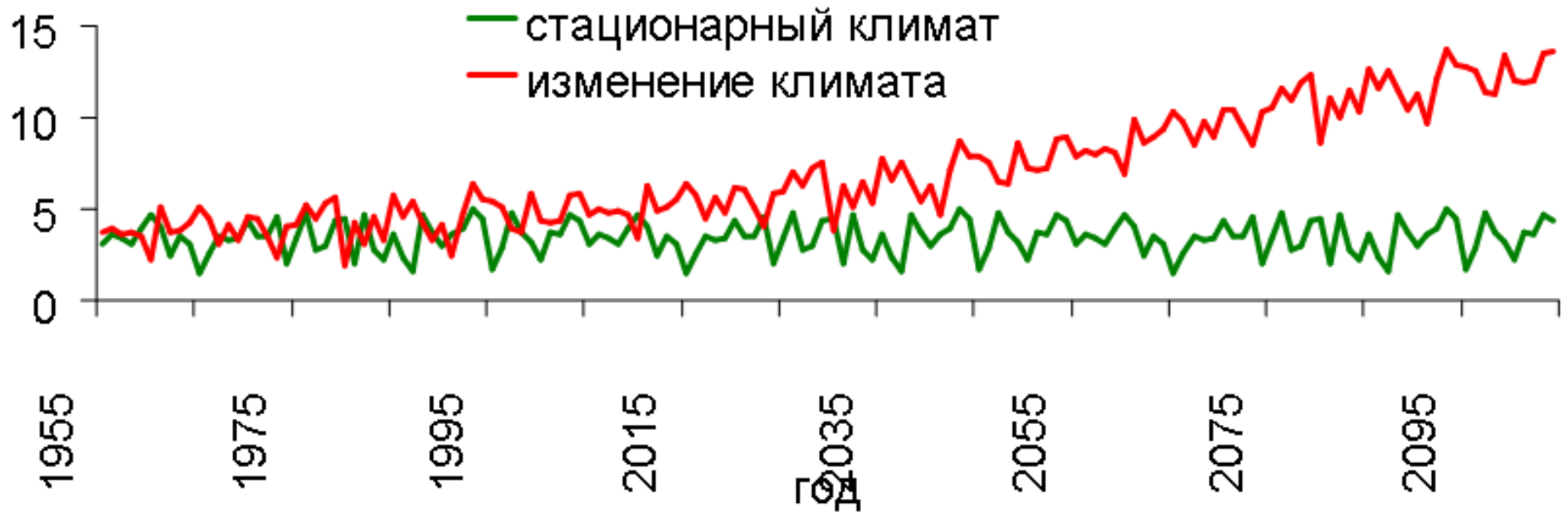
Без воздействий (NAT): Состав возобновления зависит от типа леса и доминанта древостоя, 1000 деревьев на гектар каждые 15 лет.

С пожарами (FIR): Частота пожаров: $0.4 \pm 0.25\%$ (в год) от общей площади. Интенсивность пожаров (% сгорания соответствующего пула углерода): листва – 100%, ветви – 60%, стволы – 5%, тонкие корни – 30%, лесная подстилка – 100%, гумусовый горизонт – 25%.

С выборочными рубками (SC): Две рубки ухода (25 и 50 лет): 30% деревьев целевой породы (низовой метод) и 60% деревьев нецелевой породы (верховой метод). Далее следует серия выборочных рубок с изъятием 35% деревьев (по сумме площадей сечений). Возобновление – каждые 30 лет, 4000 деревьев/га, состав зависит от типа леса и доминанта древостоя.

Со сплошными рубками (LR): Четыре рубки ухода (5, 10, 25 и 50 лет; интенсивность зависит от достигнутой абсолютной полноты). Сплошная рубка главного пользования проводится по достижении целевой породой возраста рубки. Возобновление: через 1 год после рубки главного пользования, 5000 деревьев/га, состав зависит от типа леса и доминанта древостоя.

Климатические сценарии

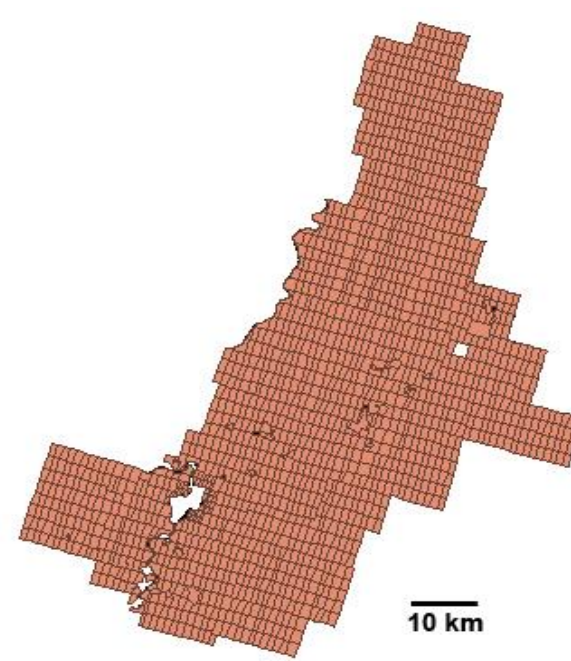
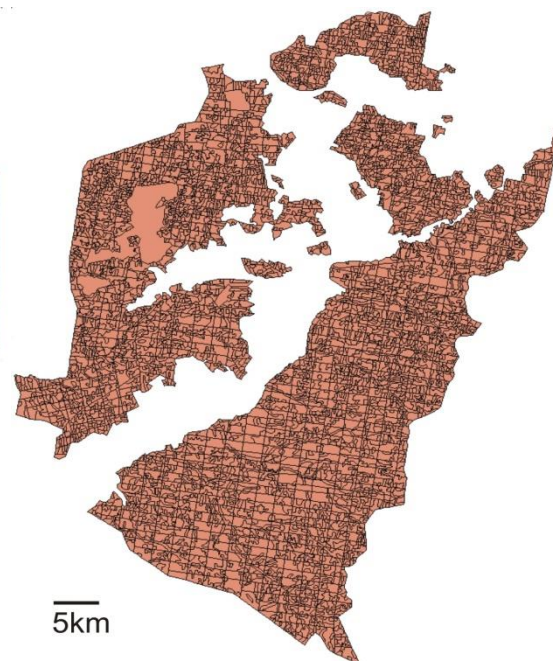
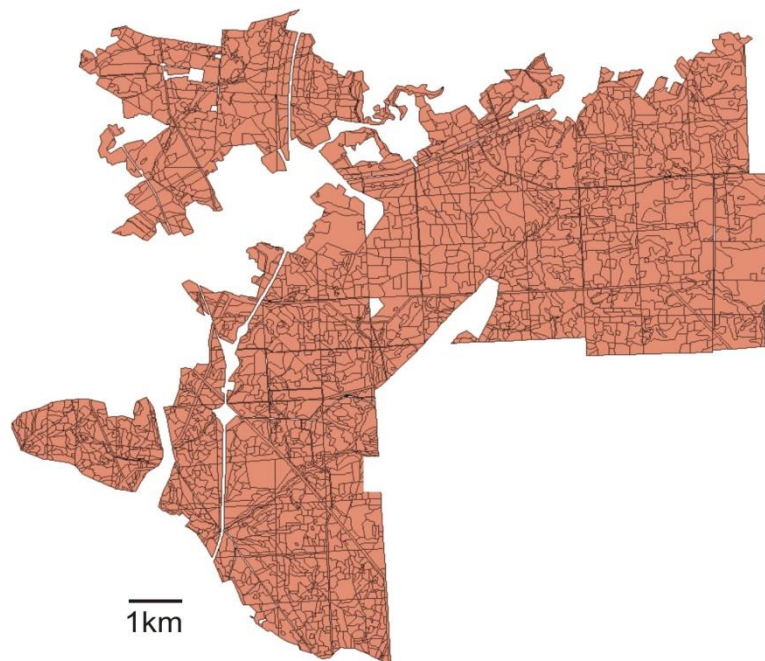


Стационарный климат (_S).

Изменение климата (_C). Модель HadCM3, сценарий эмиссии парниковых газов A1Fi (IPCC, 2000).

А также – 4 уровня поступления соединений азота с атмосферными осадками: “фоновый”, “текущий” и 2 сценария роста.

Объекты исследования

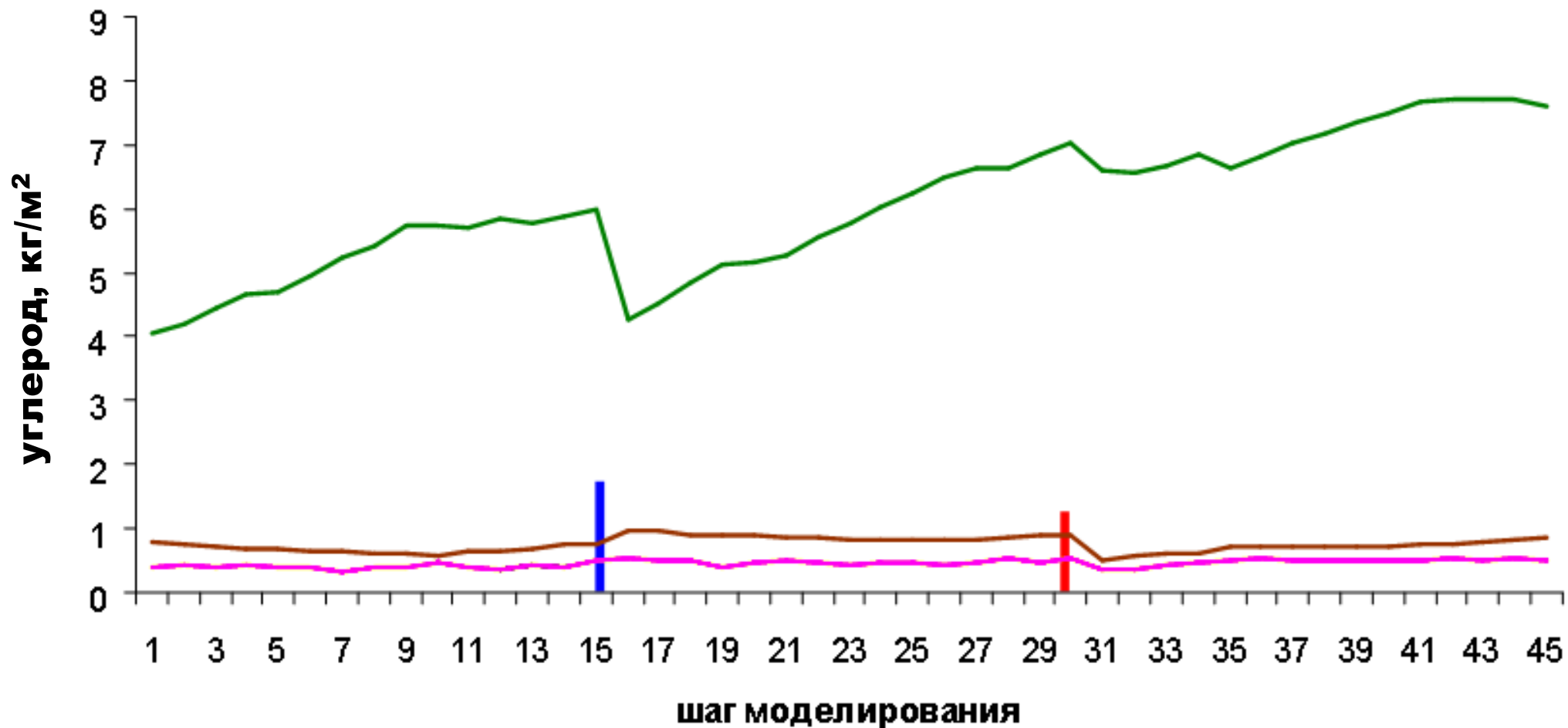


- Данковское участковое л-во (Московская обл.)
- 2200 выделов
- 66000 га
- Подтайга
- Сумма осадков: 634 мм
- Средняя температура: 5.0°C

- Мантуровское л-во (Костромская обл.)
- 21637 выделов
- 180600 га
- Южная тайга
- Сумма осадков: 621 мм
- Средняя температура: 3.0°C

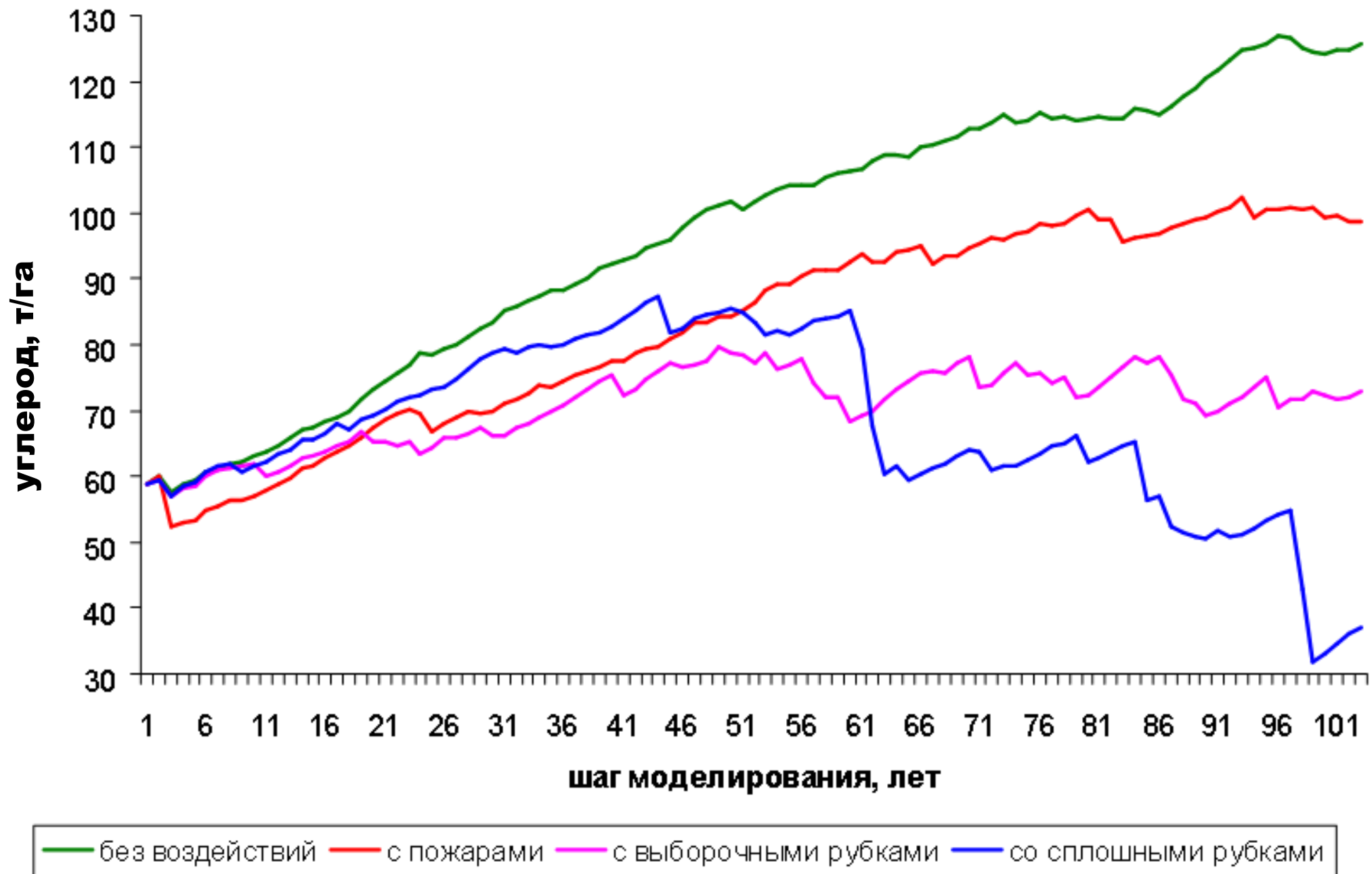
- Железнодорожное л-во (Республика Коми)
- 57791 выделов
- 1195000 га
- Средняя тайга
- Сумма осадков: 585 мм
- Средняя температура: -0.1°C

- Средние значения за период 1961-1990 гг (Mitchell et al., 2004)

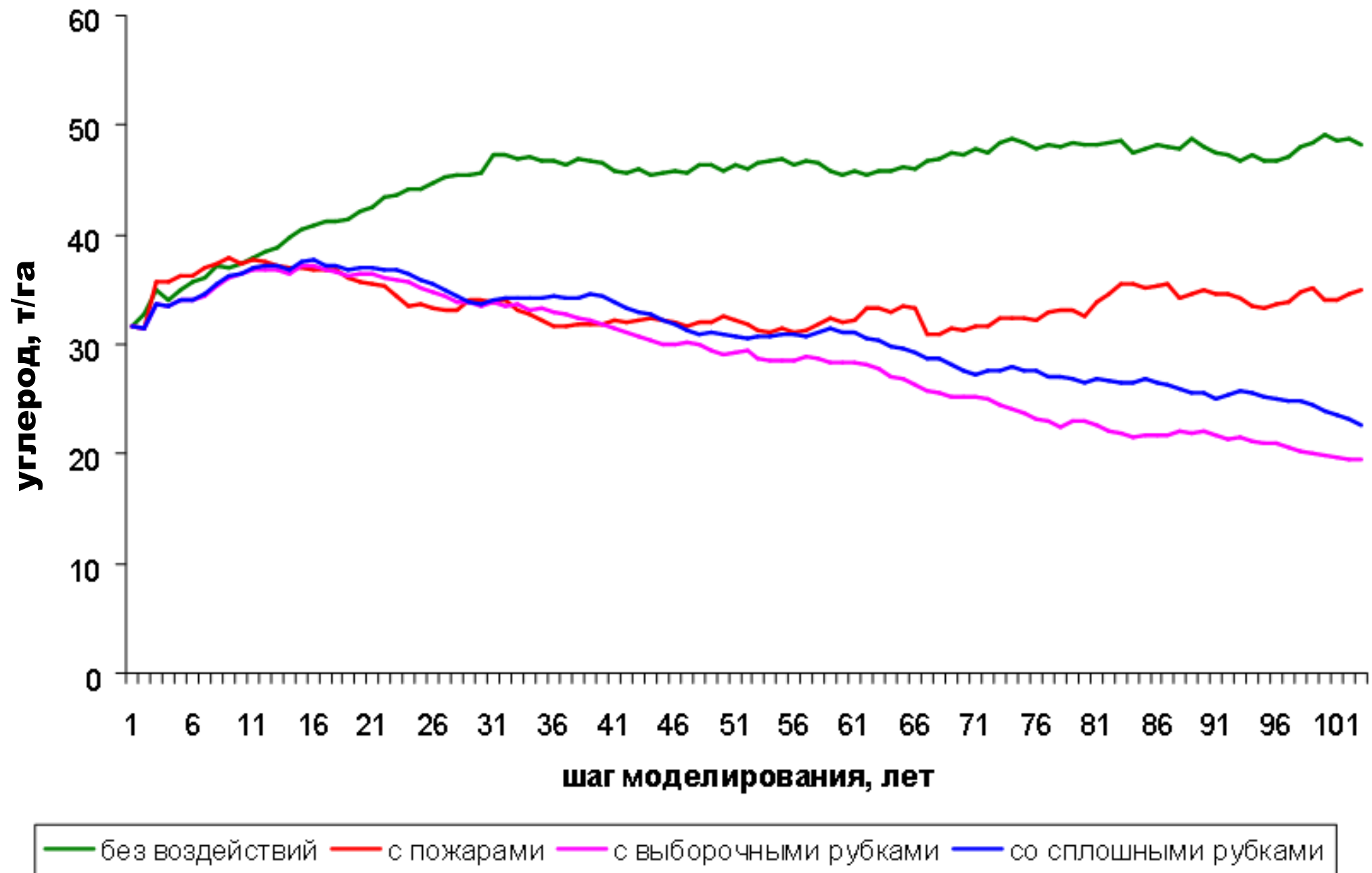


■ Эмиссия при пожаре
 ■ Заготовленная древесина
 — Подстилка
— Дыхание почвы
 — Древостой

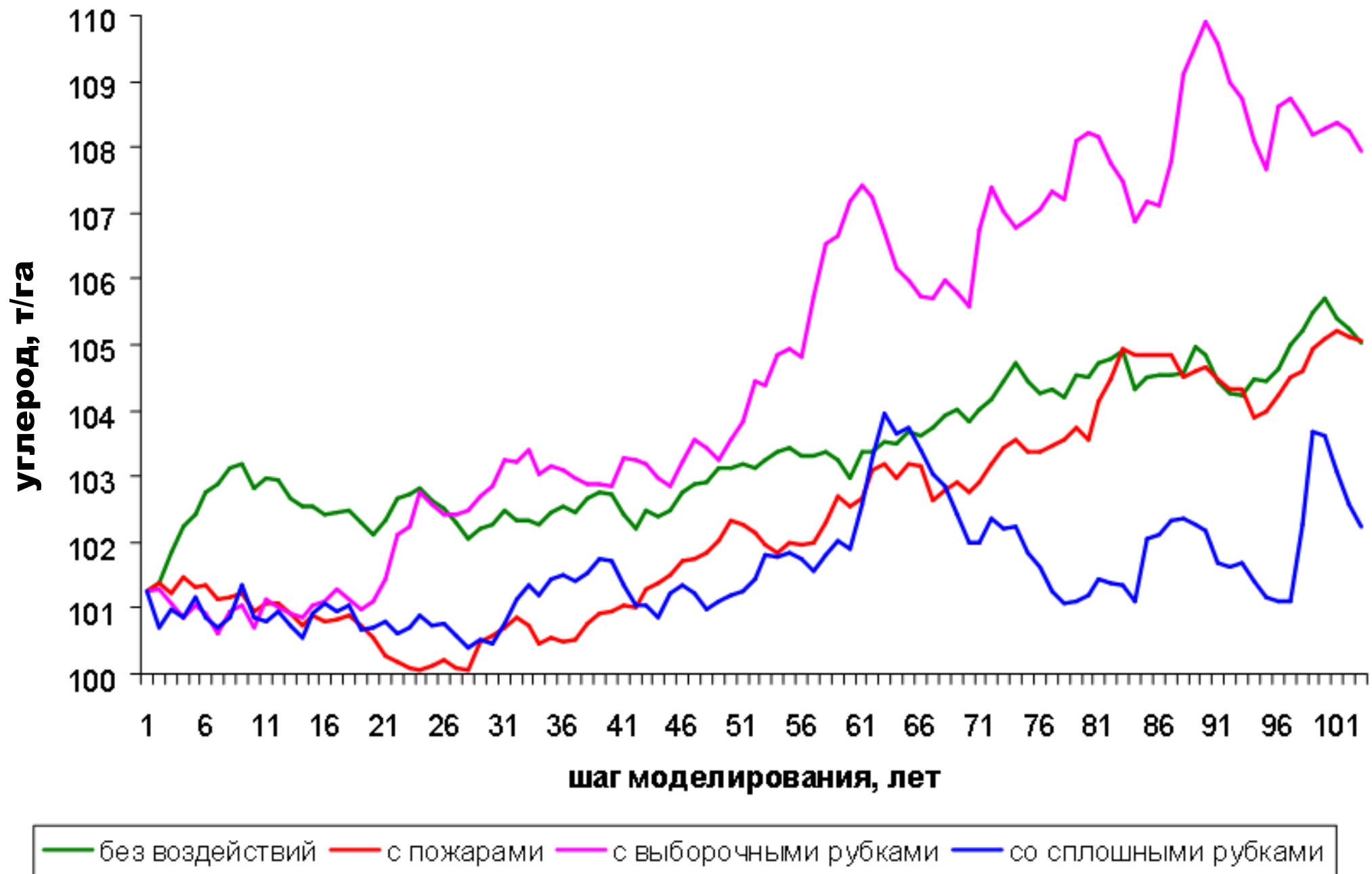
Пример моделирования динамики одного выдела
 (средневозрастный сосняк черничный, 8С1Е1Б+Ос)



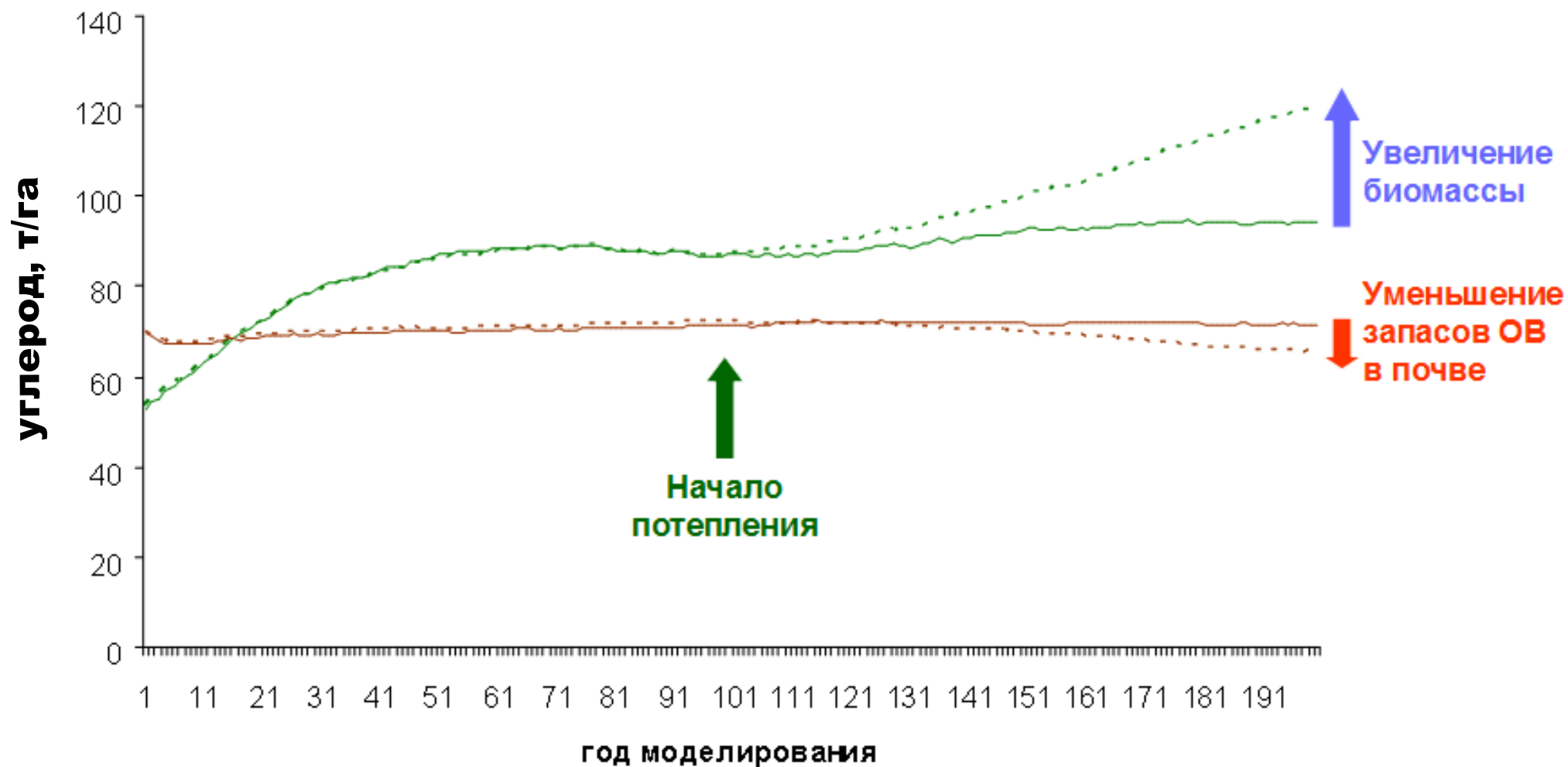
Динамика запасов углерода в древостое при различных сценариях (Железнодорожное лесничество)



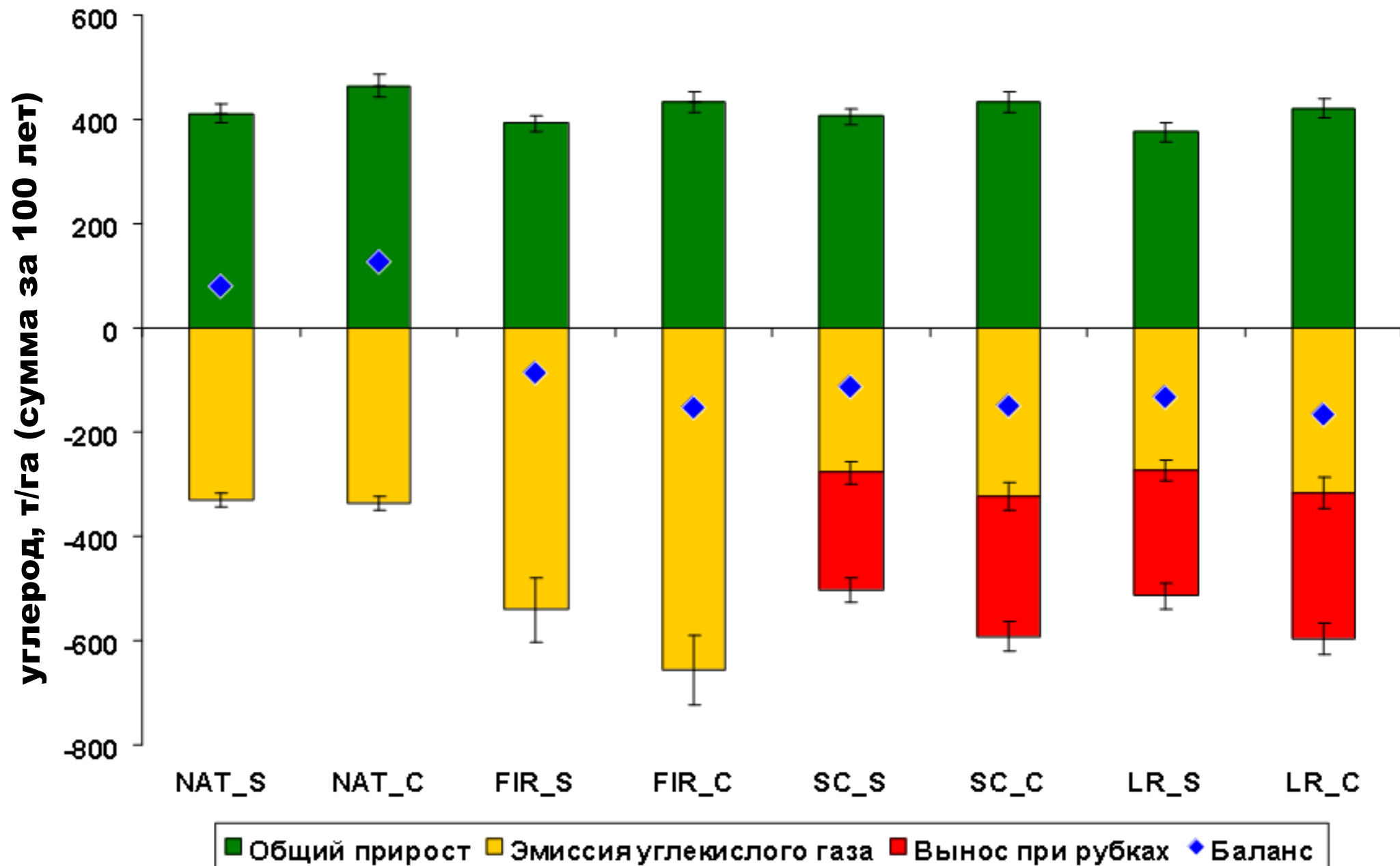
Динамика запасов углерода в сухостое и валеже при различных сценариях (Железнодорожное лесничество)



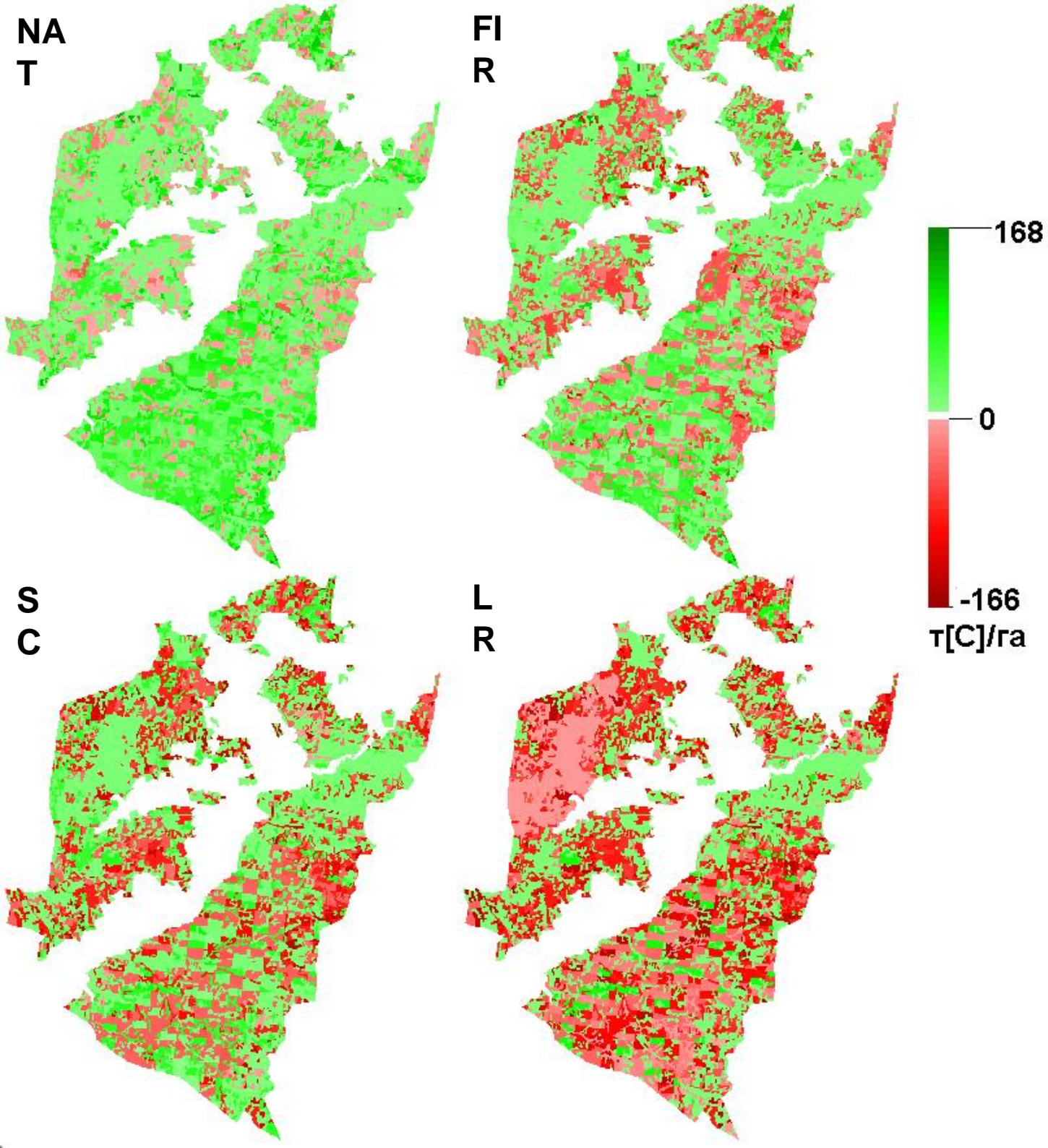
Динамика запасов углерода в почве при различных сценариях (Железнодорожное лесничество)



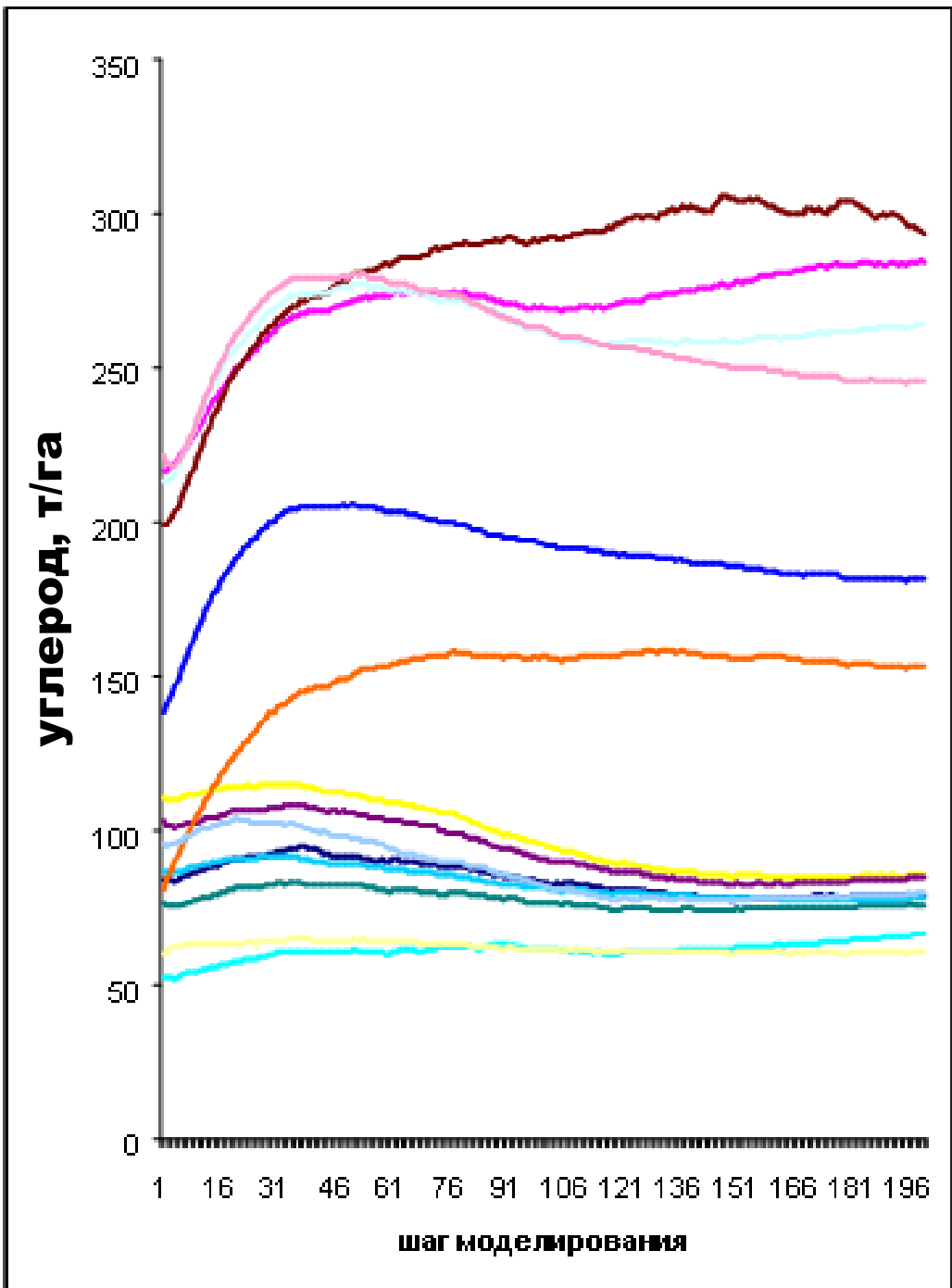
Динамика запасов углерода в основных пулах при различных климатических сценариях (Мантуровское лесничество)



Баланс углерода в лесных экосистемах при различных сценариях (Мантуровское лесничество)



**Пространственное
представление
результатов
моделирования –
разность между
начальным и
конечными
значениями
общего запаса
углерода при
различных
сценариях
(Мантуровское
лесничество)**

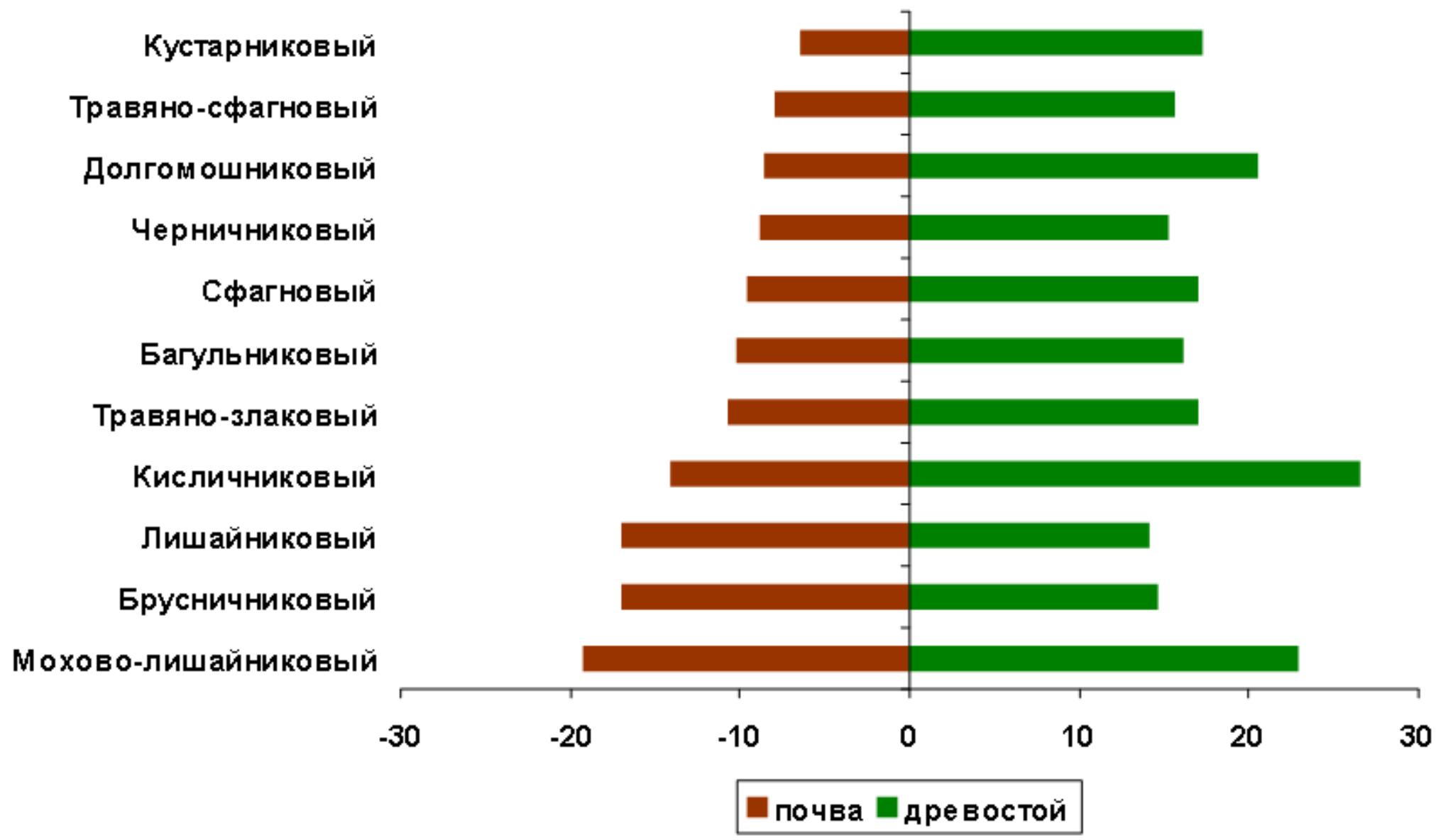


Группа 1: (сосняк черничный, ельник черничный, сосняк кисличный и ельник кисличный) – местообитания с оптимальными условиями: умеренным увлажнением и умеренно богатыми почвами.

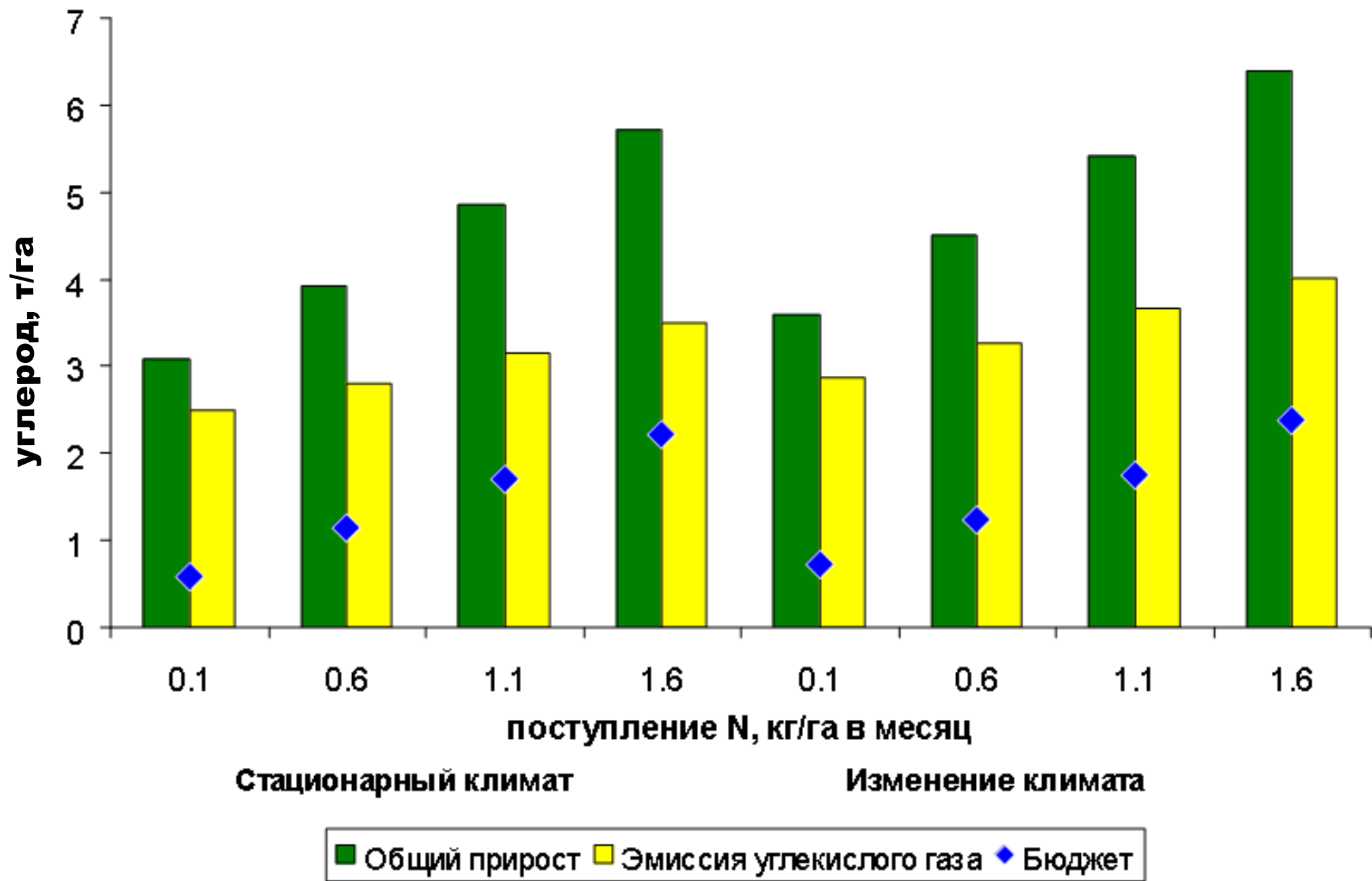
Группа 2: (сосняк брусничный и сосняк лишайниковый) – сухие местообитания с бедными почвами.

Группа 3: (ельник травяно-болотный, ельник приручейно-кустарниковый, ольшаник травяно-болотный, сосняк травяно-сфагновый, сосняк долгомошный, ельник долгомошный, сосняк сфагновый и ельник сфагновый) – местообитания, характеризующиеся избыточным увлажнением.

Динамика общего запаса углерода в лесных экосистемах для разных типов леса (Мантуровское лесничество)

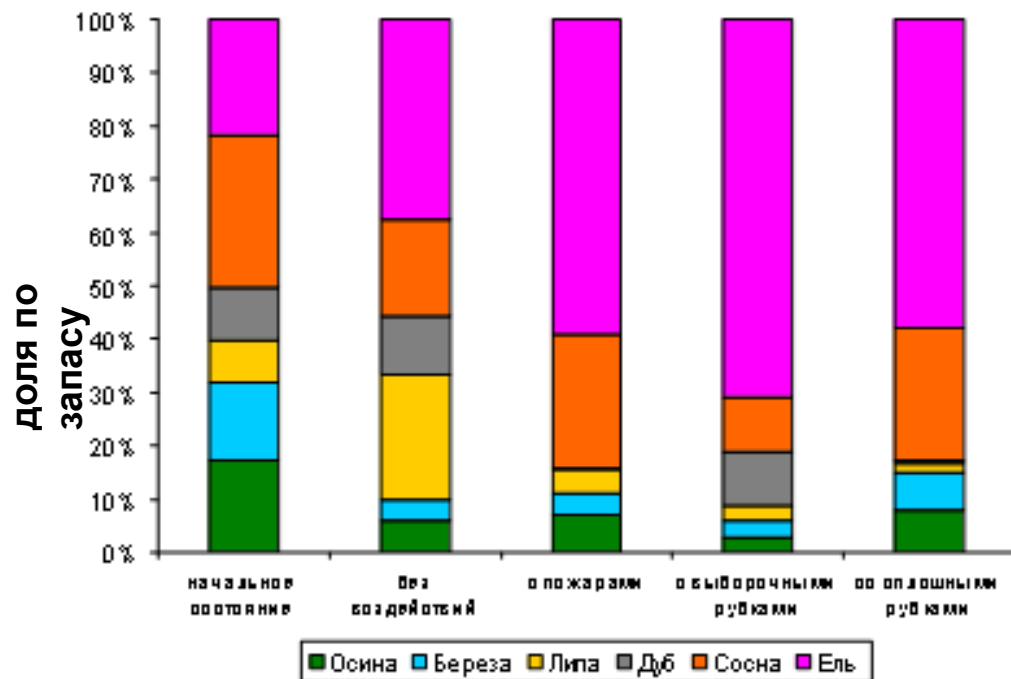


Изменение (в %) запасов углерода в пулах древостоя и почвы при изменениях климата для разных типов леса

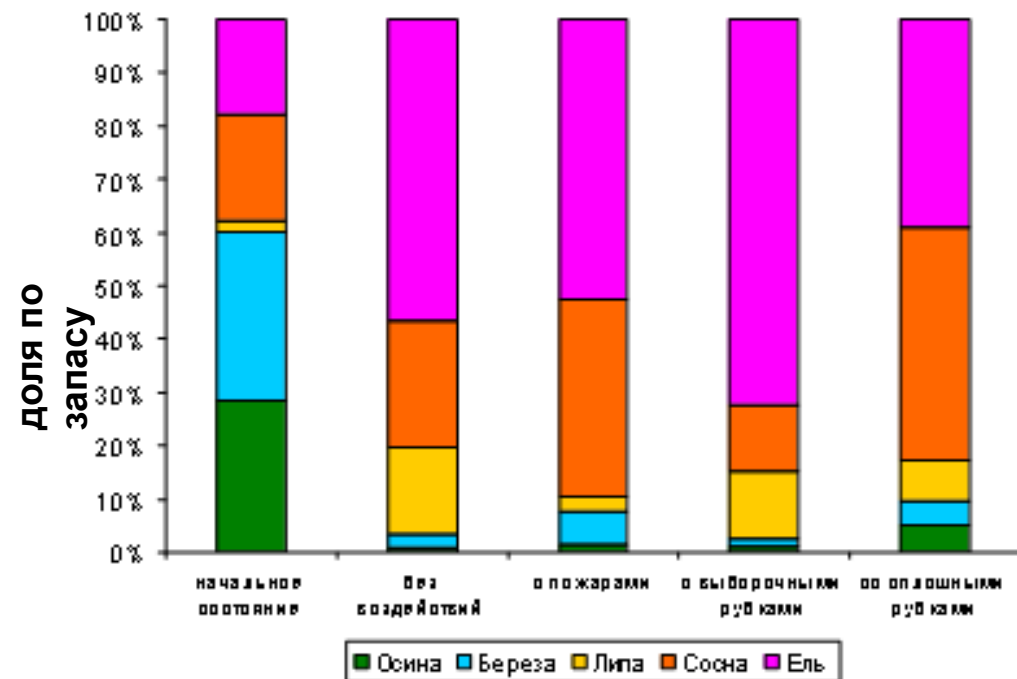


Баланс углерода при различных уровнях выпадения соединений азота (Мантуровское лесничество, сценарий без воздействий)

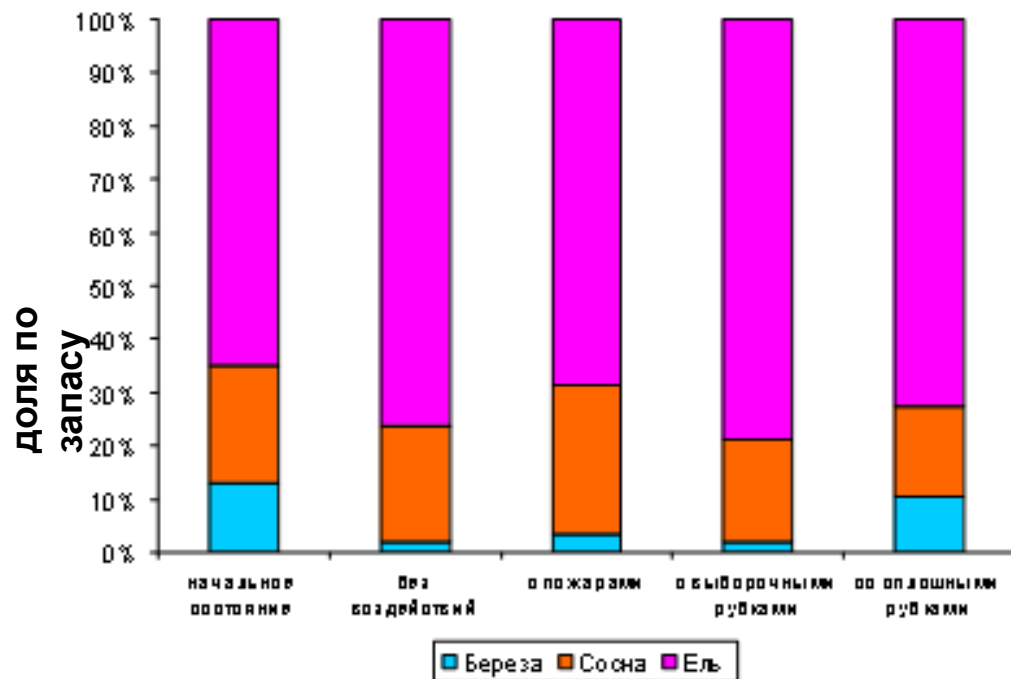
Данковское лесничество



Мангуровское лесничество



Железнодорожное лесничество



Видовой состав древостоев в начале и в конце периода моделирования (100 лет) при различных сценариях

Подводя итоги...

- Система моделей может применяться для поддержки принятия решений при оценке возможных последствий внешних воздействий (лесных пожаров, промышленных загрязнений окислами азота) и различных стратегий для обеспечения устойчивого и рационального лесопользования.
- Также возможно применение данной системы государственными органами разного уровня, осуществляющими контроль в области лесопользования для обучения специалистов в соответствующей области.
- В качестве входных параметров используются стандартные, легкодоступные данные. Кроме того, она может быть подстроена под требования конкретной задачи.
- **Важно: необходима параметризация модели на уровне типов леса.**

Благодарю за внимание!

