



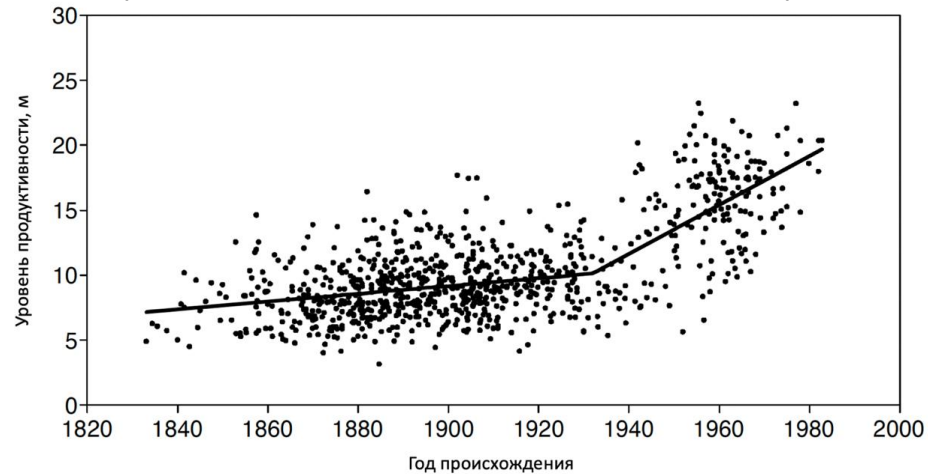
Изменение роста древостоев в Москве по данным долговременных наблюдений

Лебедев Александр Вячеславович, канд. с.-х. наук

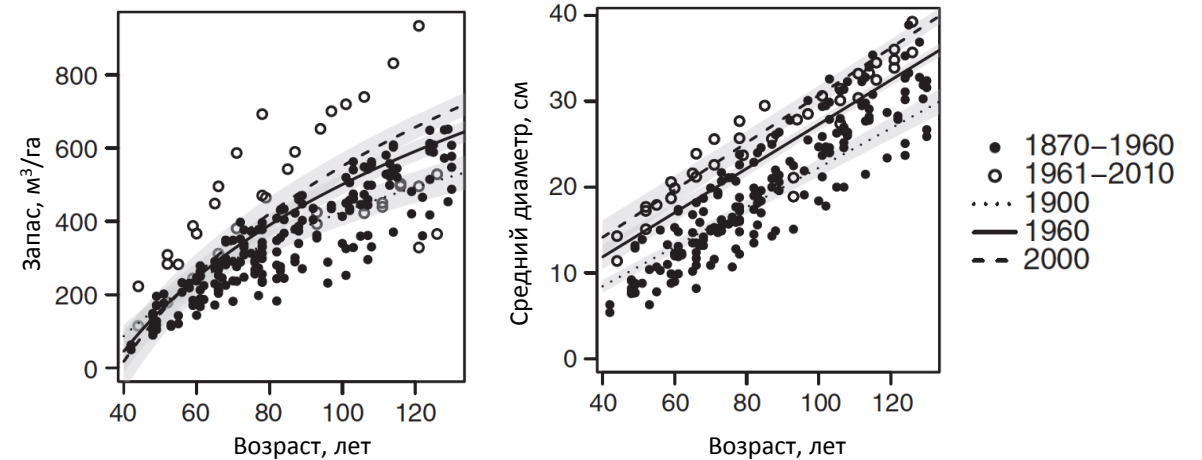
доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Изменения производительности древостоев

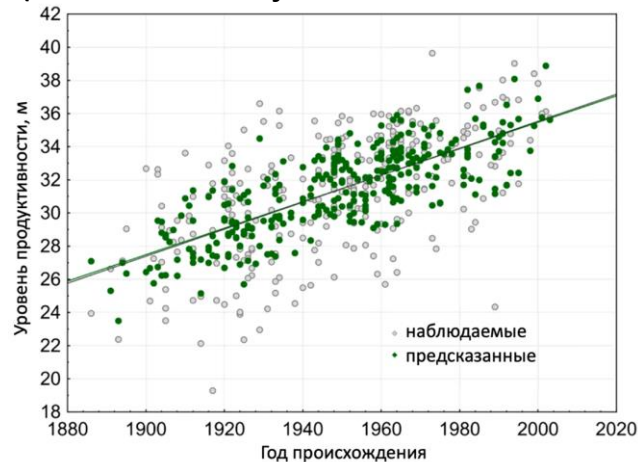
Норвегия, сосна, изменение SI
(DOI: 10.1080/02827581.2012.685749)



Центральная Европа, бук (DOI: 10.1038/ncomms5967)

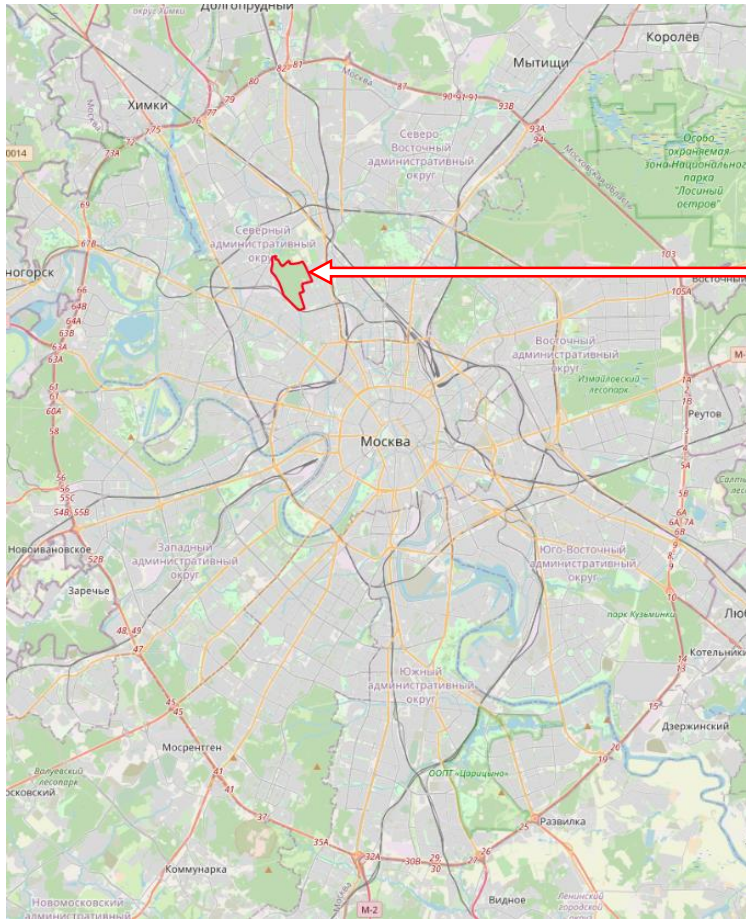


Польша, сосна, изменение SI
(DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119102)

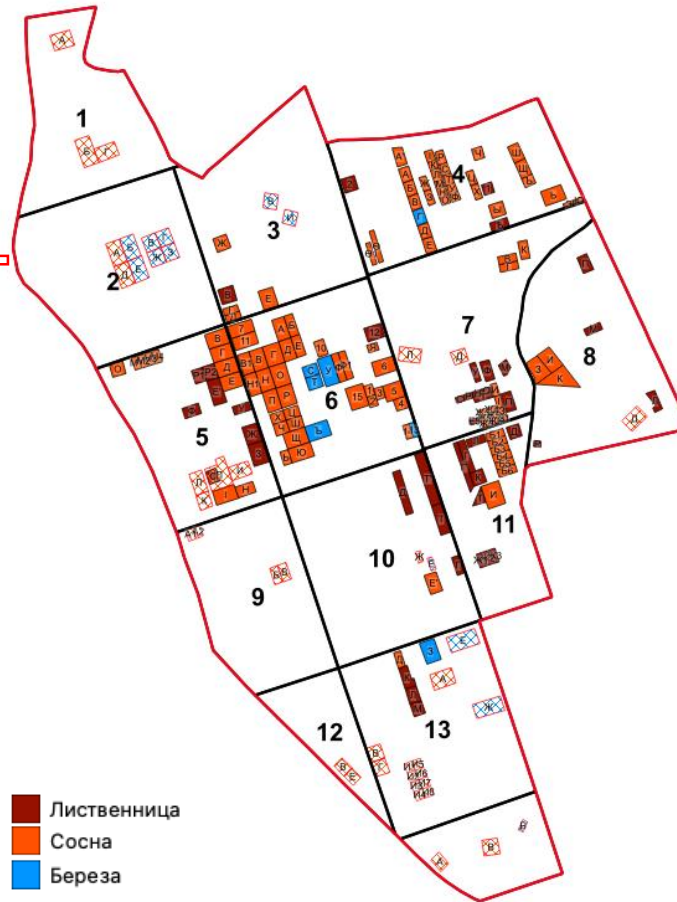


Цель исследования: оценка изменений роста и производительности древостоев в урбанизированных условиях по данным долговременных наблюдений в Москве на фоне климатических изменений и загрязнения окружающей среды.

Объект исследования



Расположение Лесной опытной дачи
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на
территории Москвы



Расположение пробных площадей в
Лесной опытной даче (штриховка –
закрытые, заливка - действующие)

Полевые работы

- Измерение диаметров деревьев с группировкой по ступеням толщины
- Измерение высот 15-25 деревьев

Камеральные работы

- Вычисление суммы площадей сечений, количества деревьев, среднего диаметра
- Определение средней высоты по методу построения кривой высот
- Вычисление запаса по объемным таблицам

Порода	Кол-во перечетов	Годы
Сосна	1899	1862-2019
Лиственница	459	1888-2015
Береза	1381	1862-2019

Анализ данных

Гипотеза: наличие отклонений от тенденций показателей роста и производительности древостоев в условиях урбанизированной среды.

Проверка гипотезы:

- Смешанная модель зависимости средних высот и диаметров, объема ствола среднего дерева от возраста:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(Age_{it}) + \beta_2 \times \ln(Age)^2 + \beta_3 \times YEAR_{it} + b_i + \varepsilon_{it}$$

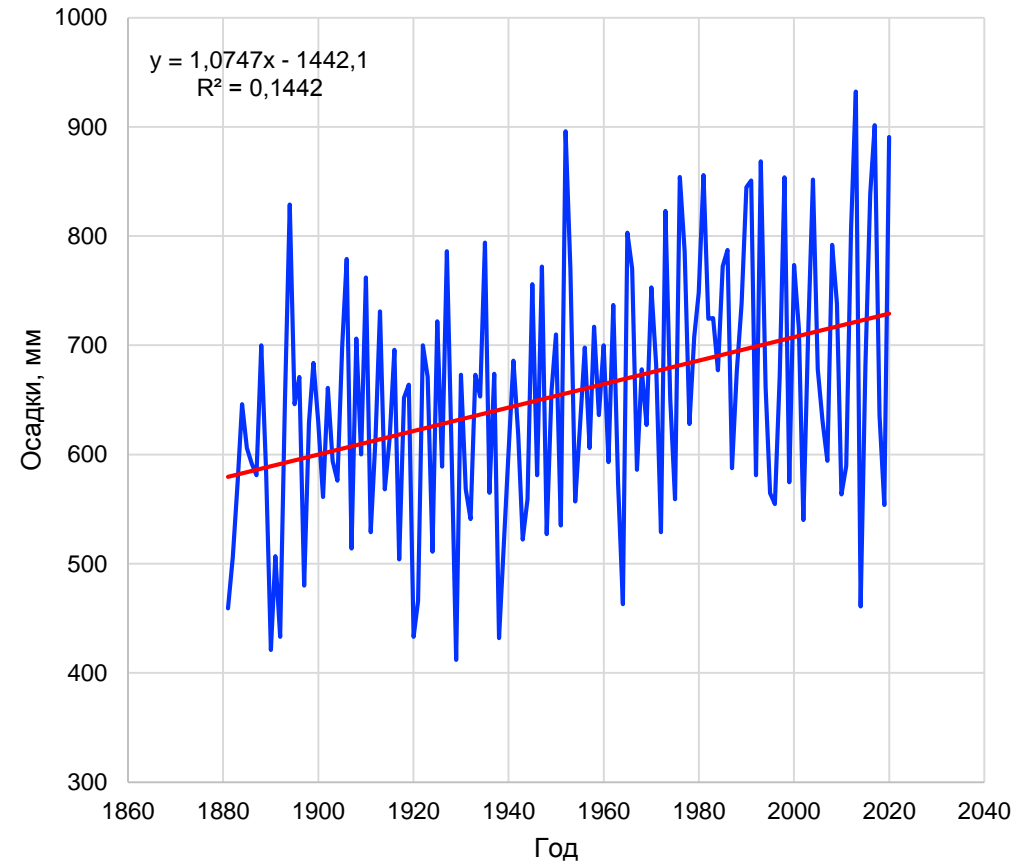
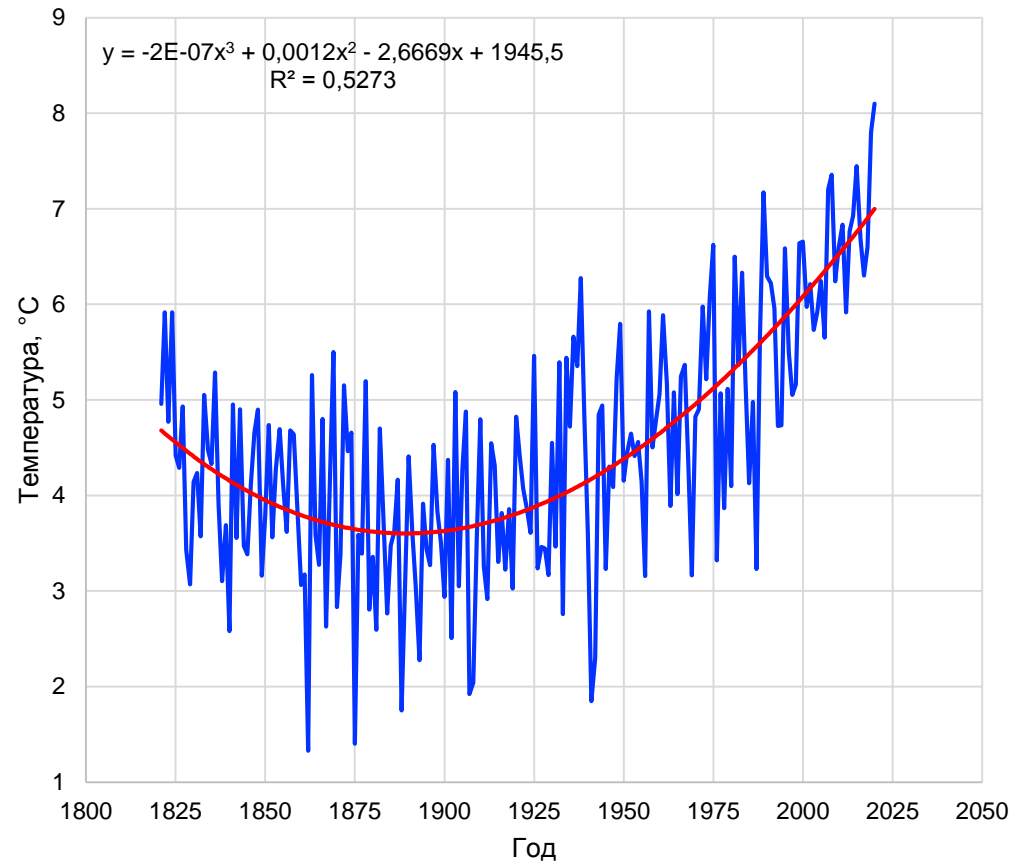
- Смешанная модель зависимости числа деревьев от возраста:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(Age_{it}) + \beta_2 \times YEAR_{it} + b_i + \varepsilon_{it}$$

где Y – моделируемый показатель; Age – возраст, лет; $YEAR$ - календарный год; i – индекс пробной площади; t – индекс момента времени; β_0 - β_3 - параметры фиксированных эффектов; b_i – случайный эффект пробной площади ($b_i \sim N(0, \tau^2)$); ε_{it} – случайная ошибка ($\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)$); N – функция нормального распределения

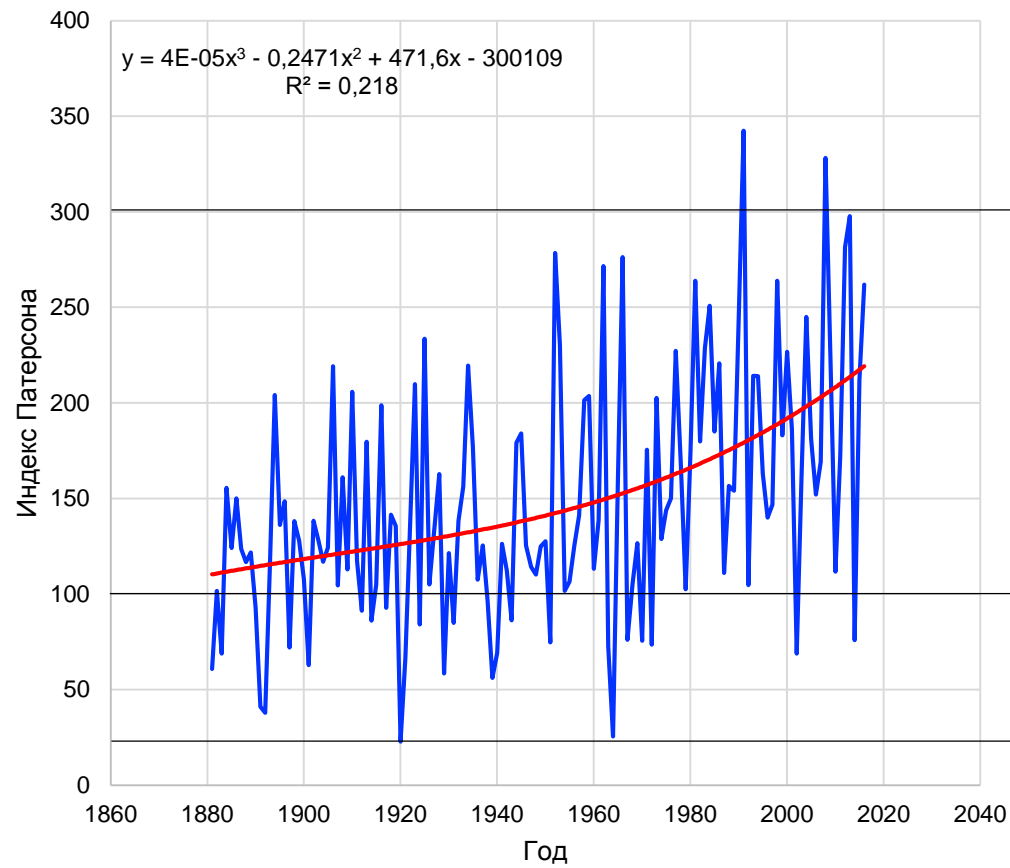
Статистические выводы сделаны при $p < 0,05$. **Используемое ПО:** R 4.0.3 + lme4

Изменение среднегодовой температуры и количества осадков



* Метеорологическая обсерватория имени В. А. Михельсона; метеорологические станции ВДНХ, МГУ, Константиновского межевого института

Связь продуктивности древостоев с климатическими факторами

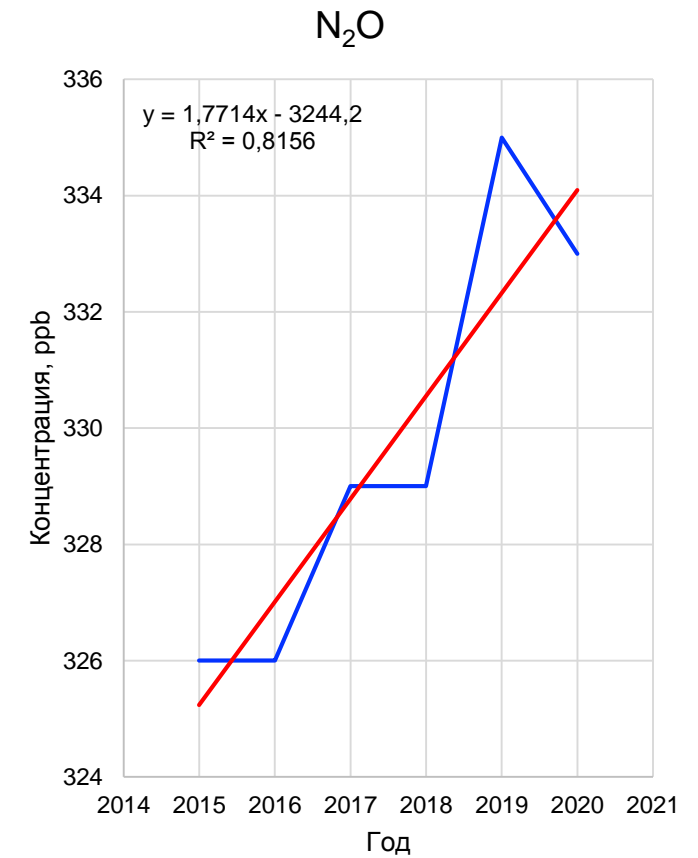
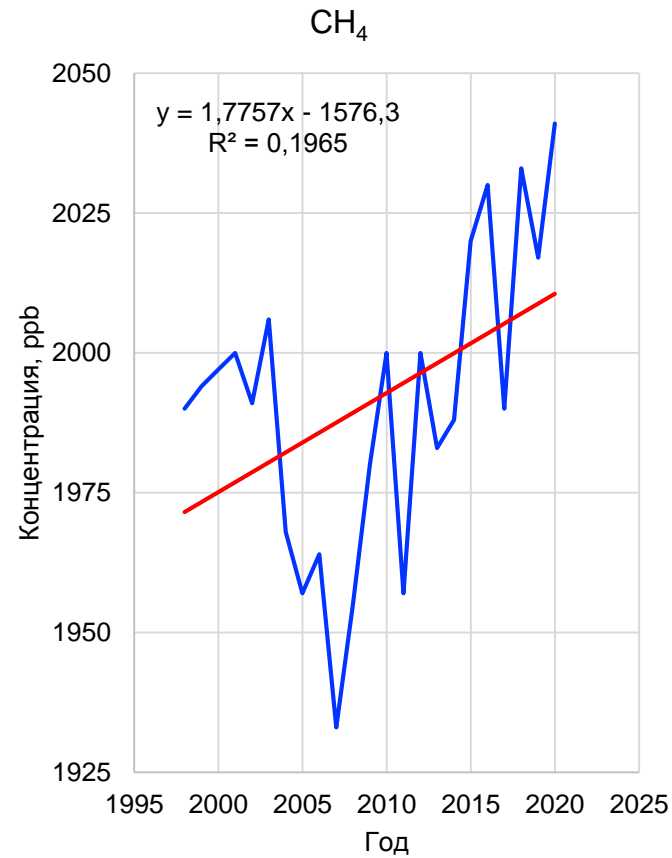
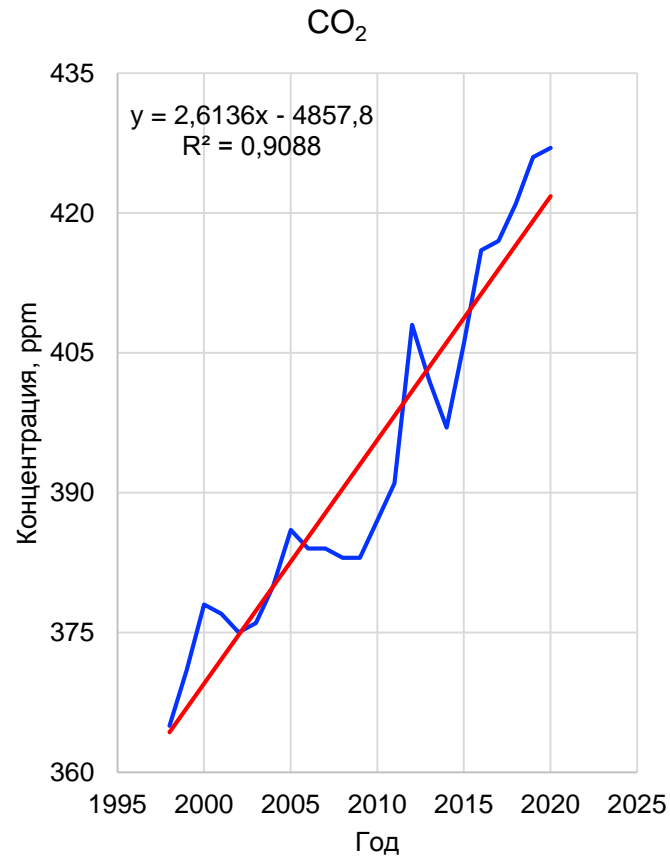


Текущий прирост по запасу - 3-6 м³/га

Текущий прирост по запасу - 0-3 м³/га

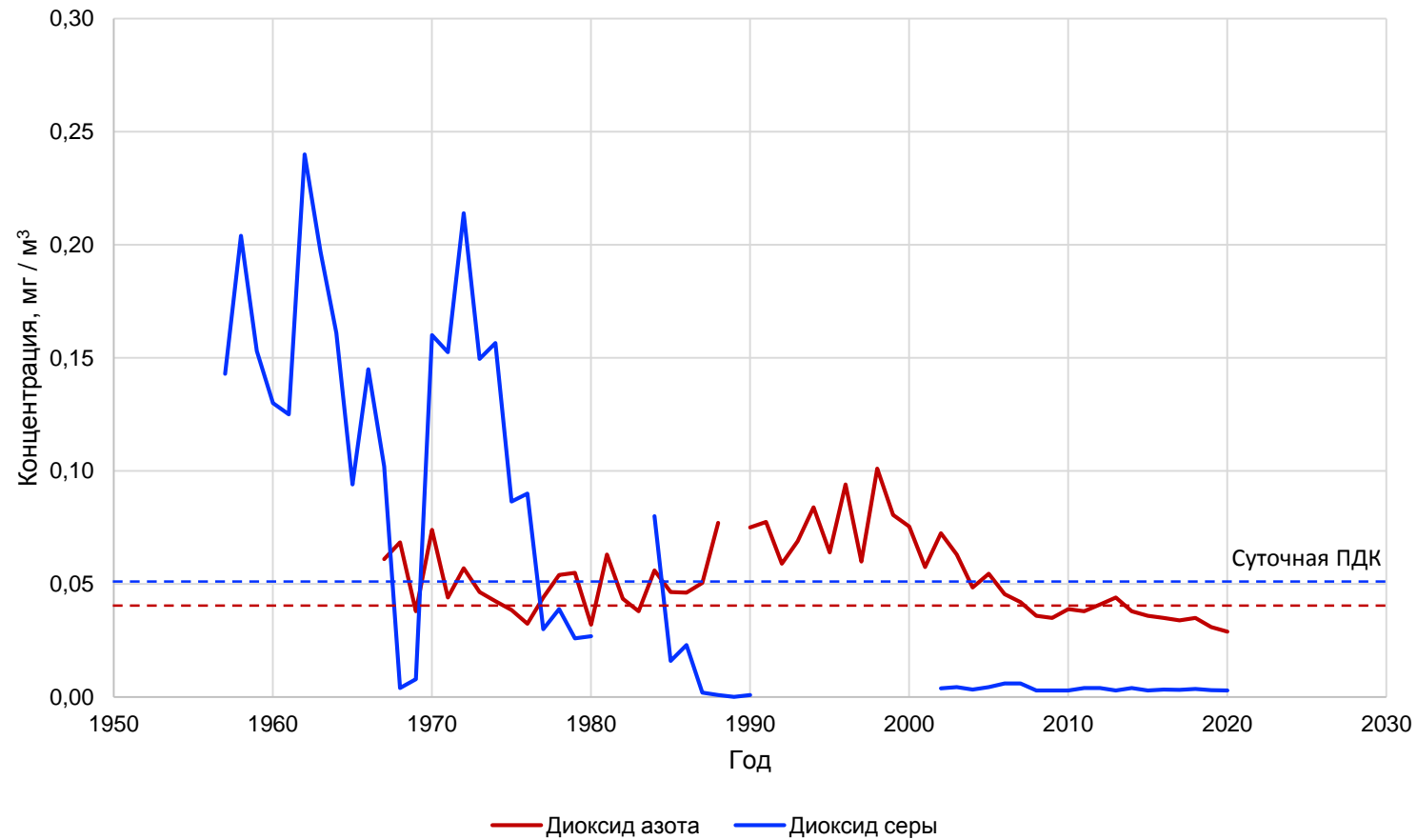
Связь текущего прироста по запасу с индексом Патерсона по В. Эртельду, 1966

Концентрация парниковых газов

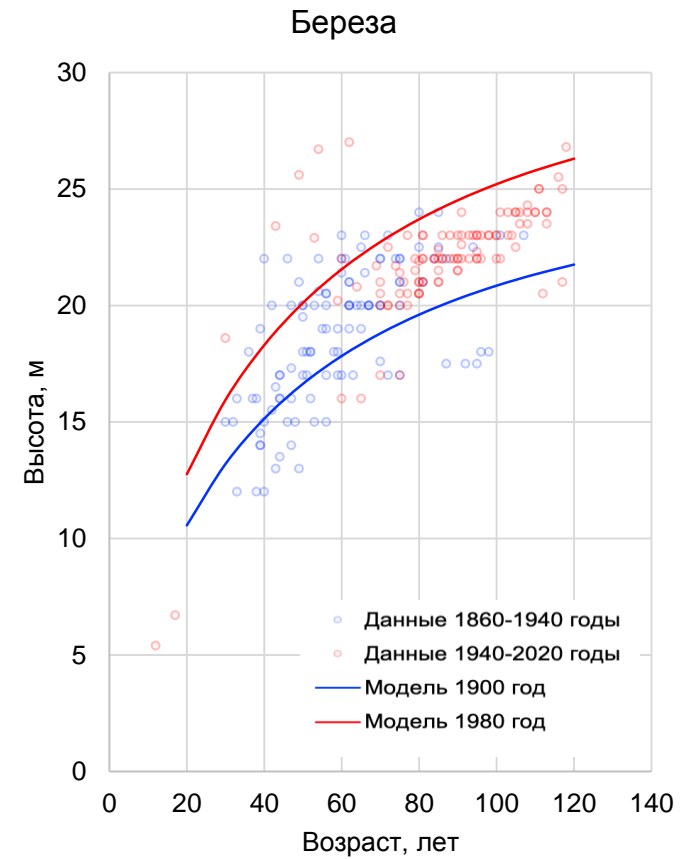
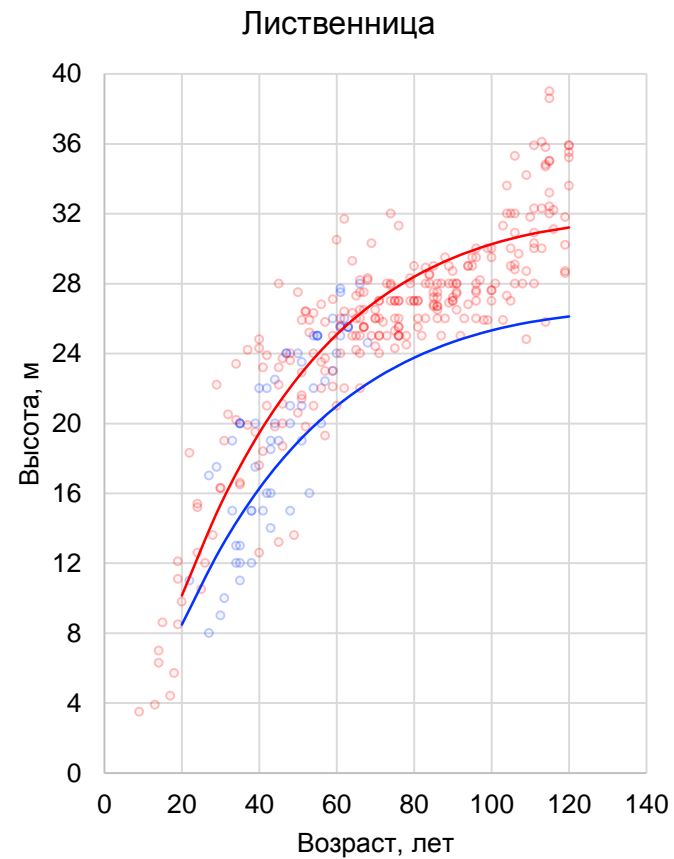
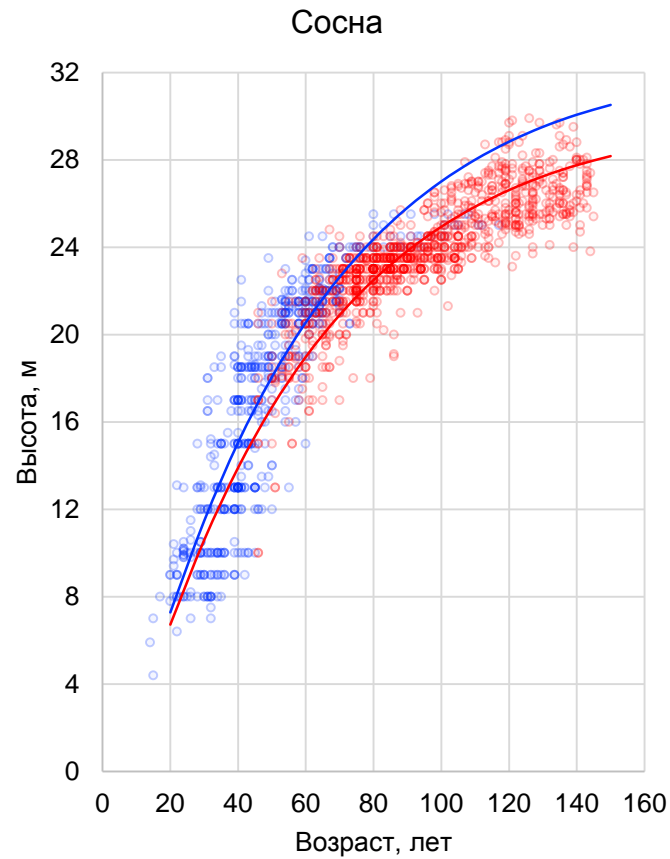


* Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М., 2021. – 104 с.

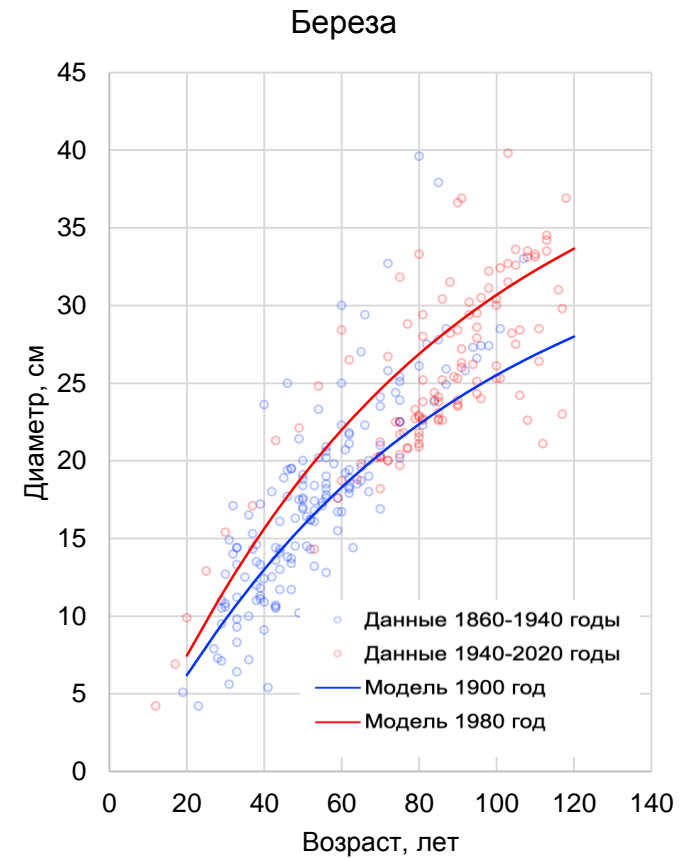
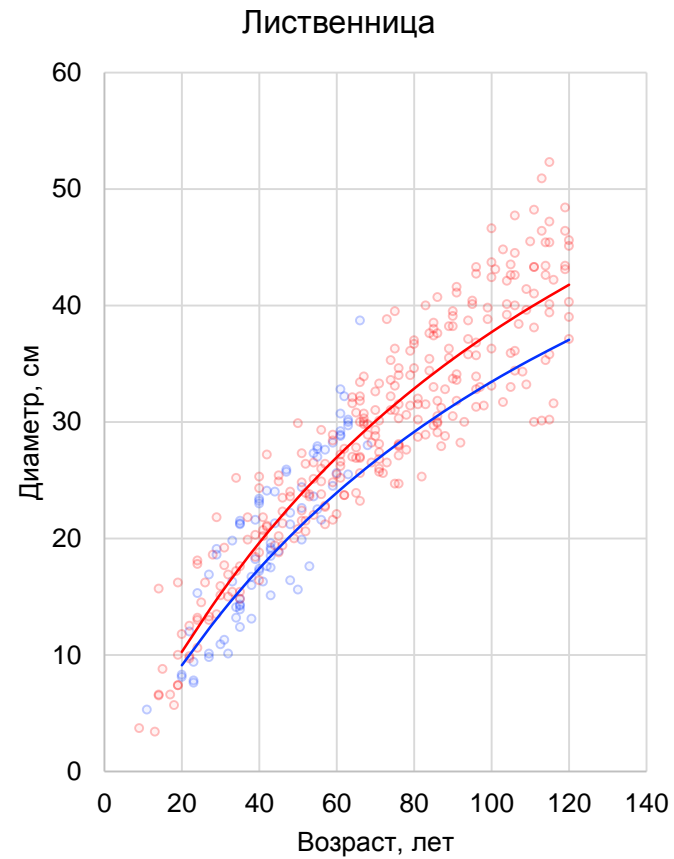
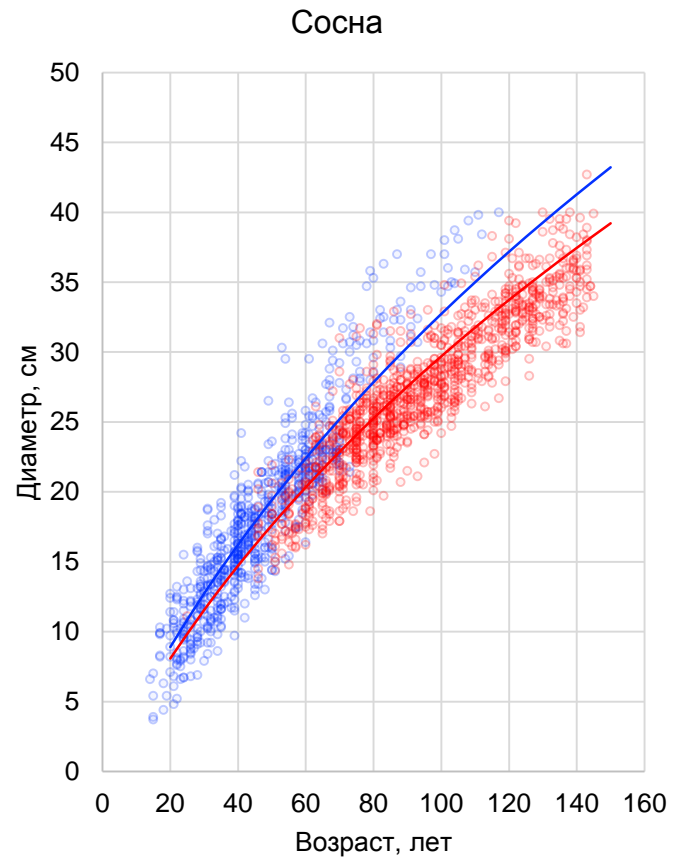
Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ



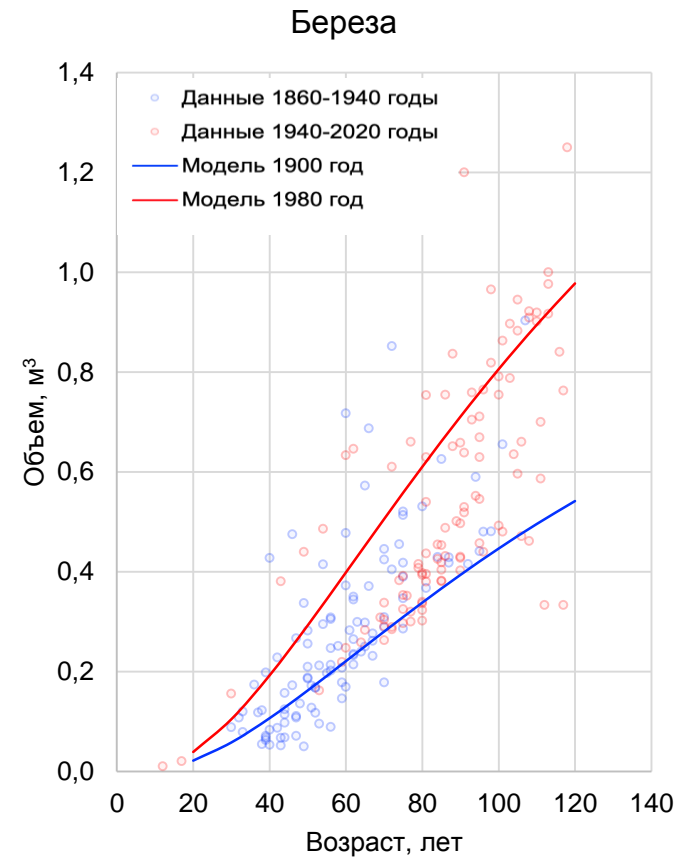
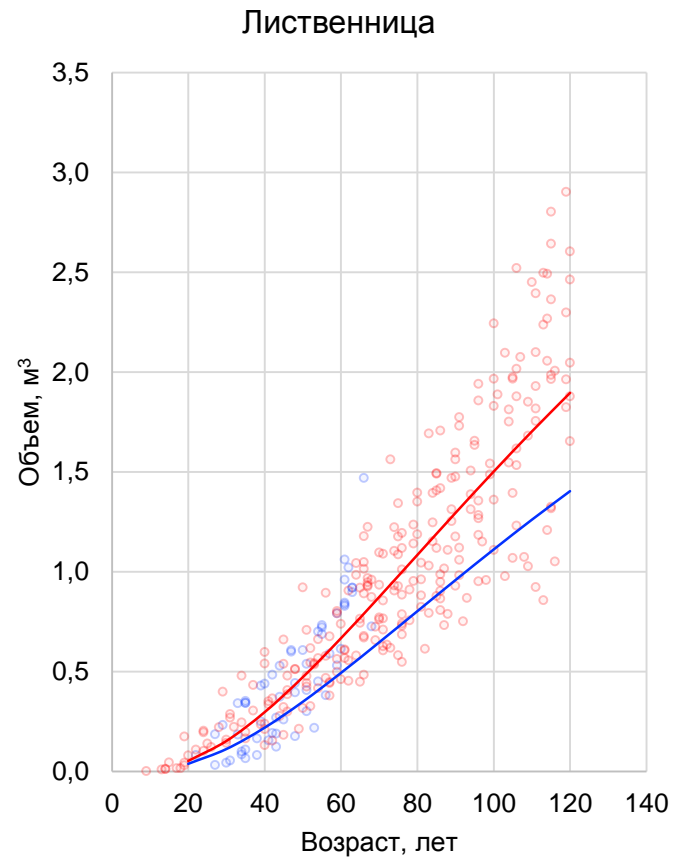
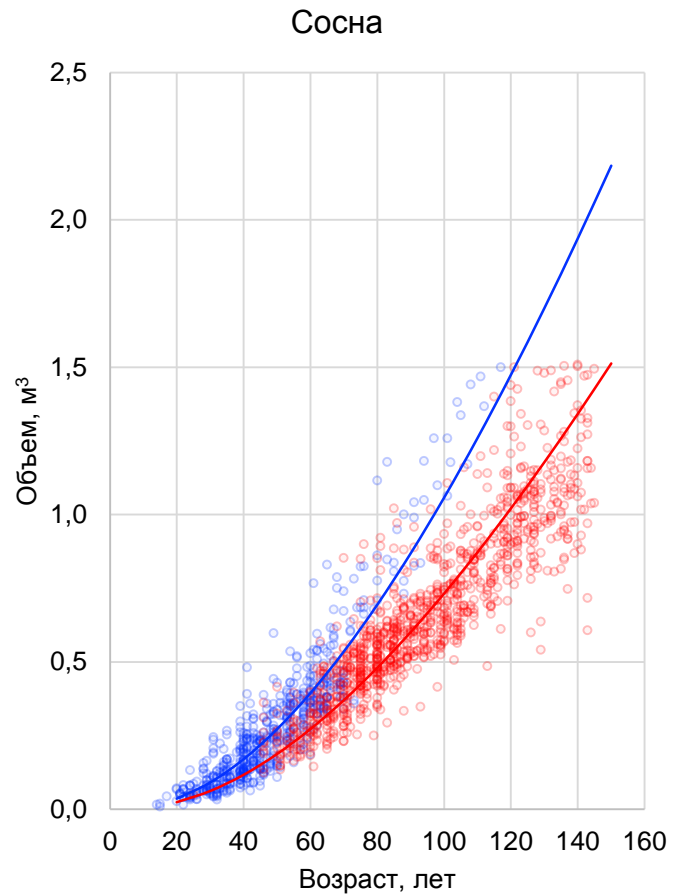
Изменение средней высоты



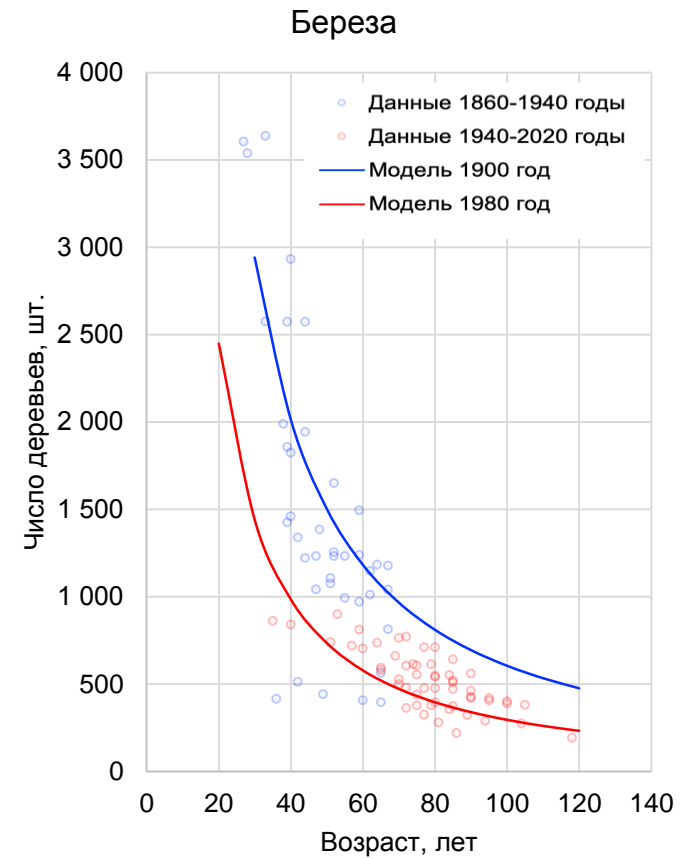
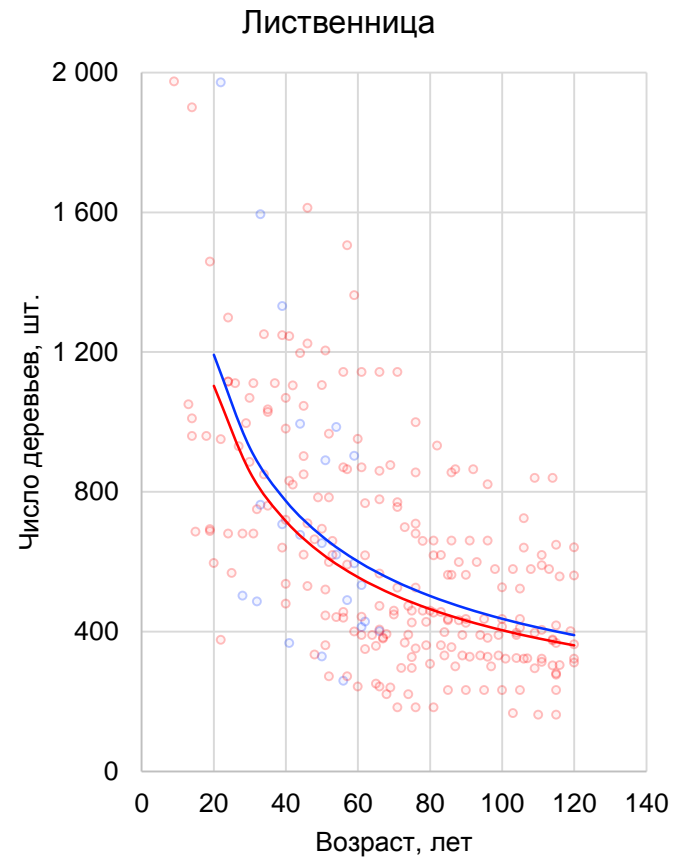
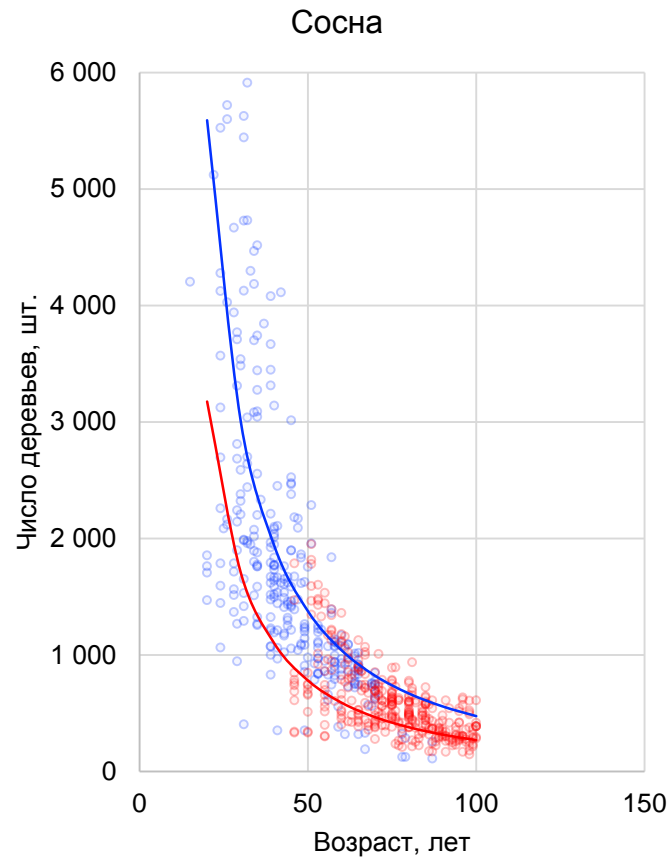
Изменение среднего диаметра



Изменение объема ствола среднего дерева



Изменение числа растущих деревьев

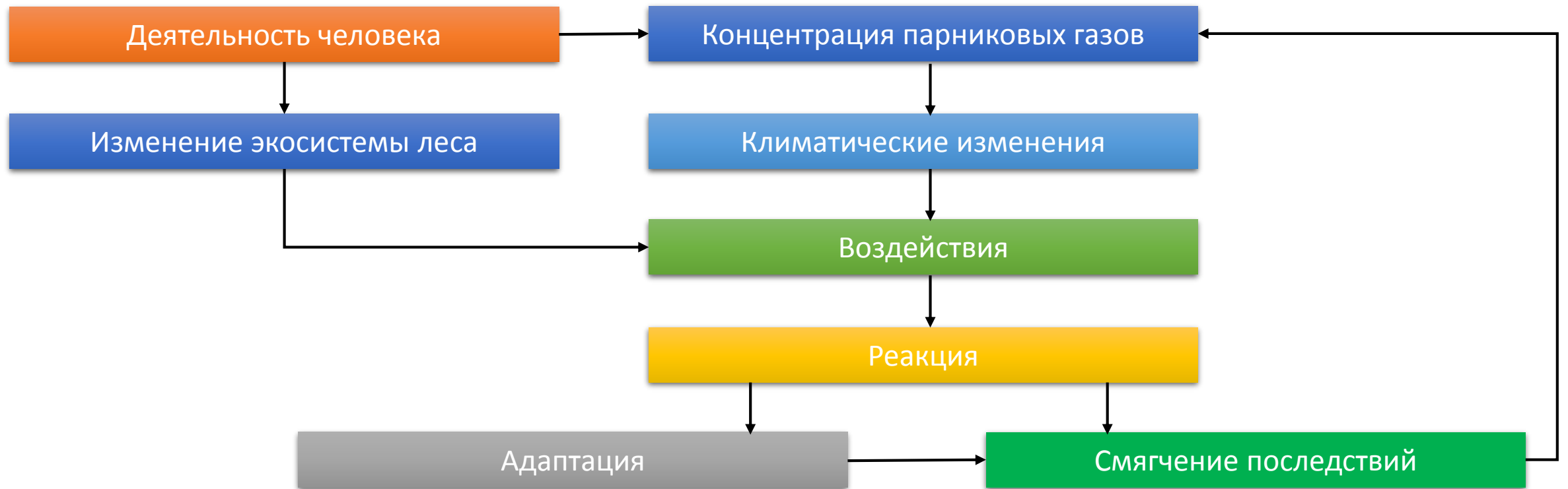


Изменение характеристик 75-летних древостоев в 2000 году относительно 1960 года, %

Показатель	Центральная Европа *		Европейская часть России, г. Москва		
	Ель	Бук	Сосна	Лиственница	Береза
Средняя высота	-	-	-4	+9	+10
Верхняя высота	+6	+9	-	-	-
Средний диаметр	+9	+14	-5	+6	+10
Средний объем дерева	+34	+20	-17	+16	+34
Запас	+6	+7	-34	+7	-6
Число деревьев	-17	-21	-25	-7	-30

* Pretzsch H. Forest stand growth dynamics in Central Europe have accelerated since 1870 / H. Pretzsch, P. Biber, G. Schütze, E. Uhl, T. Rötzer // Nature Communications. - 2014. - № 5. - Article number 4967. – DOI: 10.1038/ncomms5967.

Связь между изменениями окружающей среды и лесами



Climate-Smart Forestry - устойчивое адаптированное управление лесами для защиты и расширения их потенциала с целью адаптации к изменениям климата и смягчения их последствий (DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101113).

Выводы

За более чем 150-летний период в Москве произошли значительные изменения климата (рост среднегодовой температуры, количества осадков) и лесорастительных условий на фоне увеличения концентраций парниковых газов в атмосфере. Из-за развития промышленности и транспорта в XX веке зафиксированы многократные повышения концентраций диоксидов азота и серы в воздухе.

Для древостоев сосны, лиственницы и березы в течение XX века произошло сокращение жизненного цикла. Для сосновых древостоев характерна отрицательная динамика средних высот и диаметров, числа деревьев и объема ствола среднего дерева, тем самым они проявили низкую устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов городской среды. Древостои лиственницы стали более продуктивными и показали высокую приспособленность к условиям города.

Текущие изменения окружающей среды создают новые условия для ведения лесного хозяйства, связанные с сокращением возраста рубок, изменением производительности, трансформацией породного состава и повышением роли экосистемных услуг лесов. Траектории перехода от текущего состояния лесов к будущему остаются неясными, поэтому лесоводам необходимо использовать весь свой опыт для разработки планов адаптивного управления лесами будущего.



Изменение роста древостоев в Москве по данным долговременных наблюдений

Лебедев Александр Вячеславович, канд. с.-х. наук

доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

e-mail: alebedev@rgau-msha.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>