

ФИТОГЕННОЕ ВАРИИРОВАНИЕ СОСТАВА ДОЖДЕВЫХ ВЫПАДЕНИЙ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*Ершов В.В.¹, Лукина Н.В.², Исаева Л.Г.¹,
Иванова Е.А.¹, Сухарева Т.А.¹, Урбанавичюс
Г.П.¹*

¹ ИППЭС КНЦ РАН

² ЦЭПЛ РАН



Лесные экосистемы подвергаются множественному стрессу, представляющему собой комбинацию влияния природных и антропогенных факторов. Оценка влияния аэротехногенного загрязнения на леса остается актуальной проблемой, несмотря на многочисленные исследования. Одной из наименее изученных аспектов данной проблемы в лесах, формирующихся в условиях высокого уровня воздушного загрязнения, является состав атмосферных выпадений - неотъемлемого компонента лесных биогеоценозов.

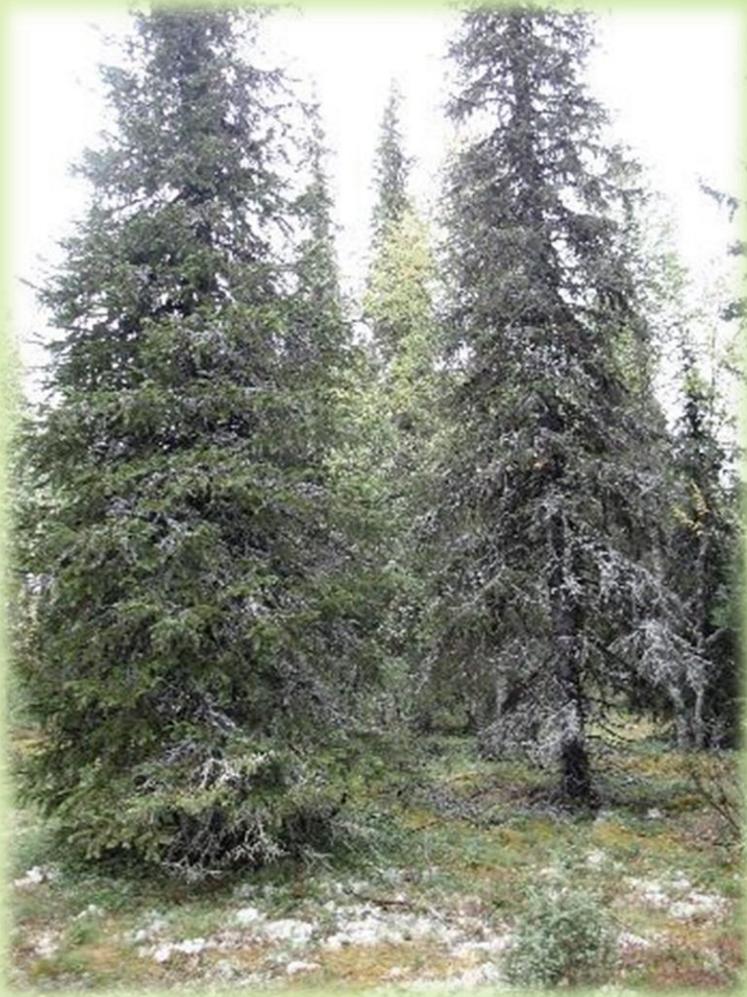


Атмосферные выпадения в виде дождя играют важную роль в циклах элементов и функционировании лесных экосистем.



Химический состав дождевых вод значительно изменяется после контакта с пологом леса, при этом взаимодействии происходят физико-химические реакции, приводящие к изменению кислотности вод и концентраций элементов, содержащихся в них.

Цель работы – оценить состав дождевых выпадений в хвойных лесах на разных стадиях техногенной дегрессии, обусловленной влиянием аэротехногенного загрязнения, с учетом внутри- и межбиогеоценотического варьирования на основе многолетних наблюдений.

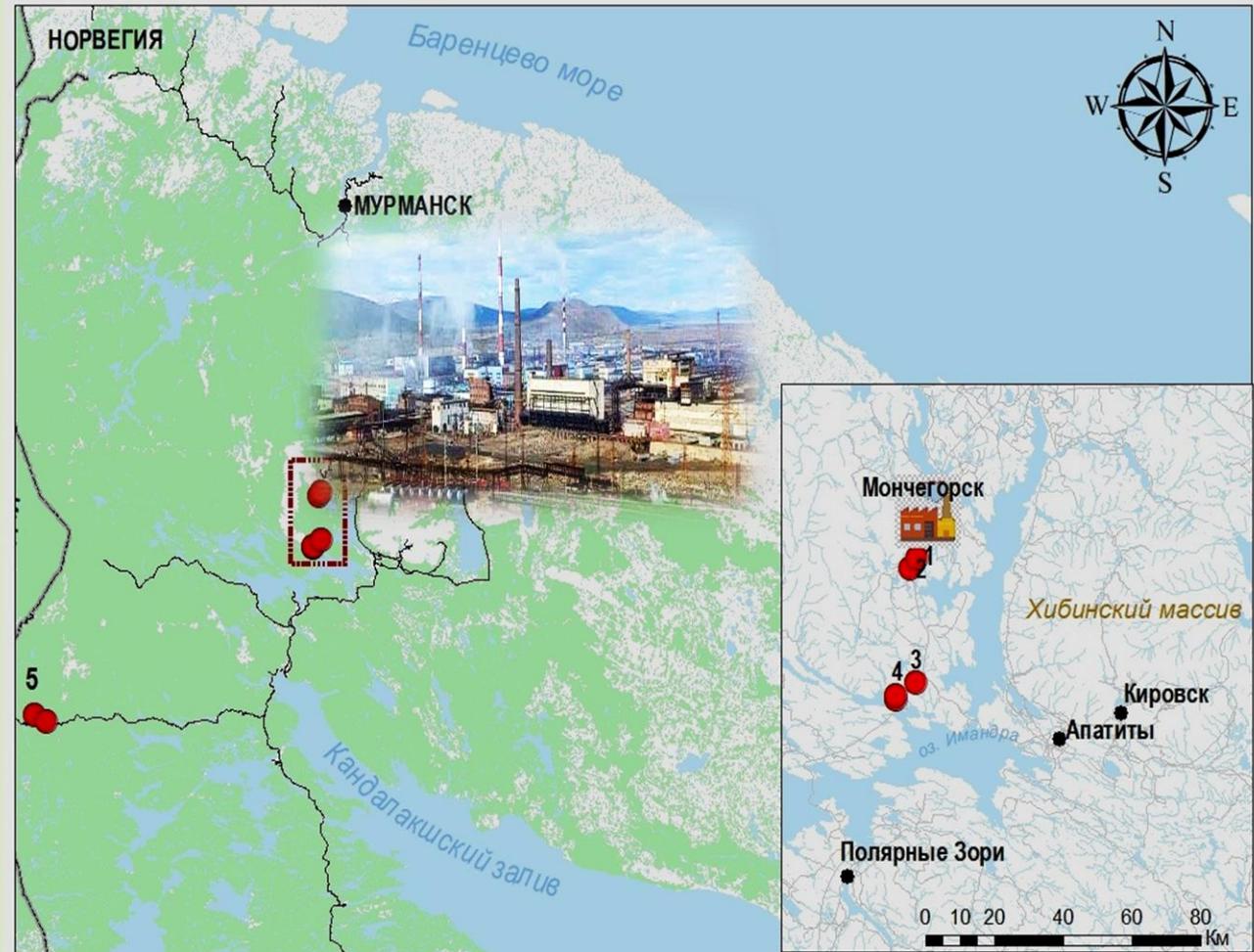


Район исследования

Полевые исследования были проведены на 6 площадях постоянного наблюдения (ППН) Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН.

Стадия **техногенного редколесья** находится в **7 – 10 км**, **дефолирующие леса** в **28 - 31 км**, **фоновая территория** в **160 км** от комбината «Североникель» г. Мончегорск

Основными поллютантами комбината являются **диоксид серы** и соединения тяжелых металлов: **никель** и **медь**.



Объектами исследования послужили ельники кустарничково-зеленомошные и сосняки лишайниково-кустарничковые

Фоновая территория

Дефолирующие леса

Техногенное редколесье

Ельники кустарничково-зеленомошные



Сосняки лишайниково-кустарничковые



Методы исследования

7

Каждая ППН оборудована осадкоприемниками для дождевых выпадений (5 – под кронами, 5 – между крон). Дождевые выпадения отбираются ежемесячно с начала мая по конец октября. Каждый месяц отбирается **60** проб дождевых выпадений.

под кронами деревьев

между крон деревьев



Для характеристики состава дождевых вод использовались данные за период с **1999 по 2017** гг.

Образцы вод фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента». Показатель pH определяли потенциометрически, металлы методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, SO_4^{2-} , – методом ионообменной хроматографии, С – хроматометрией, либо перманганатометрией, в зависимости от концентрации. Кислотонейтрализующую способность (ANC) рассчитывали, как разность суммы основных катионов и анионов минеральных кислот в ммоль/л.



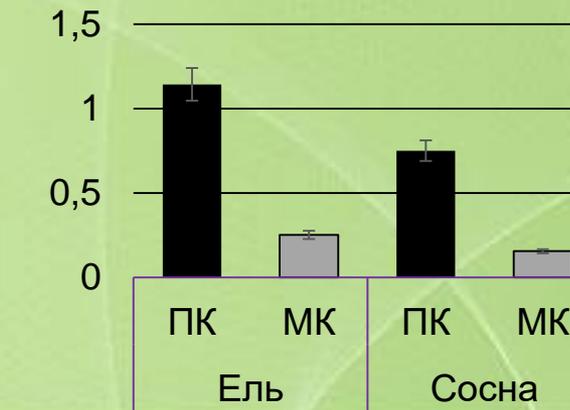
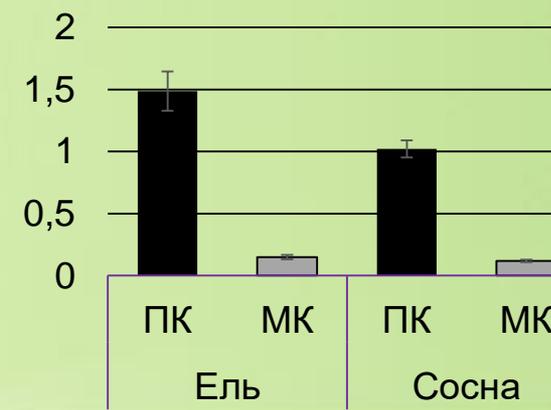
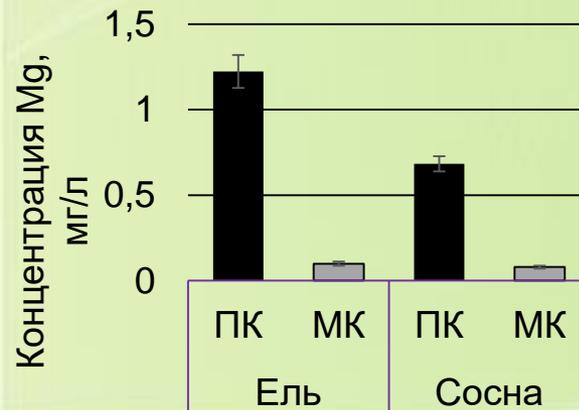
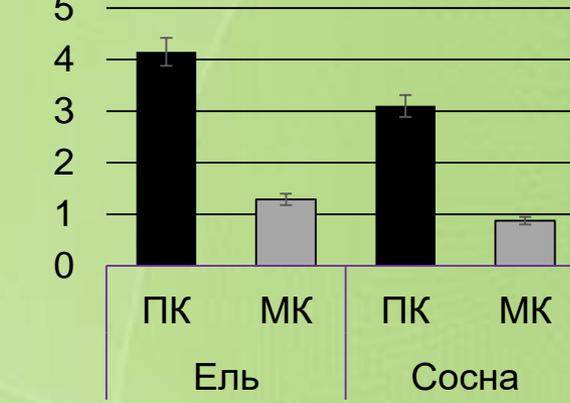
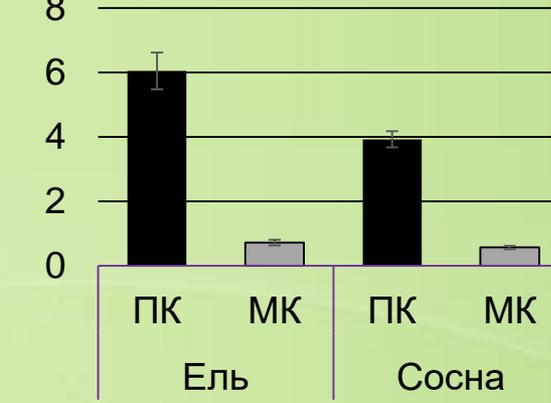
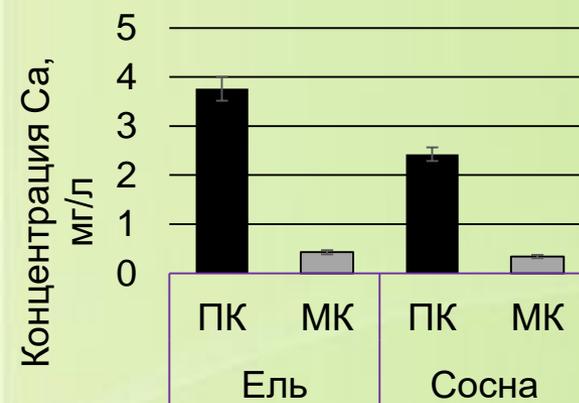
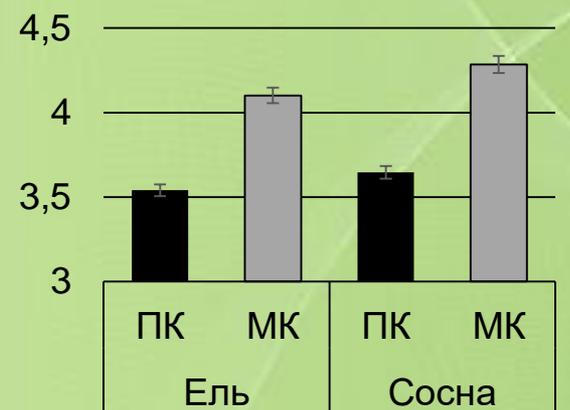
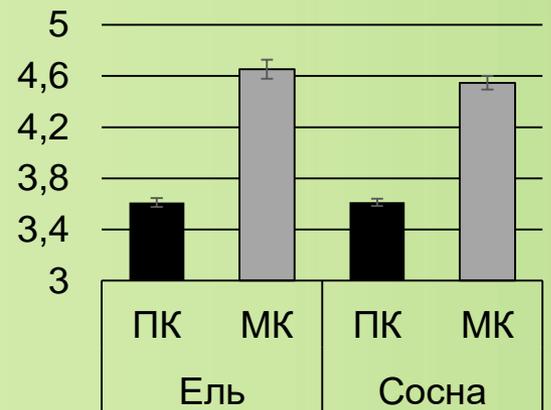
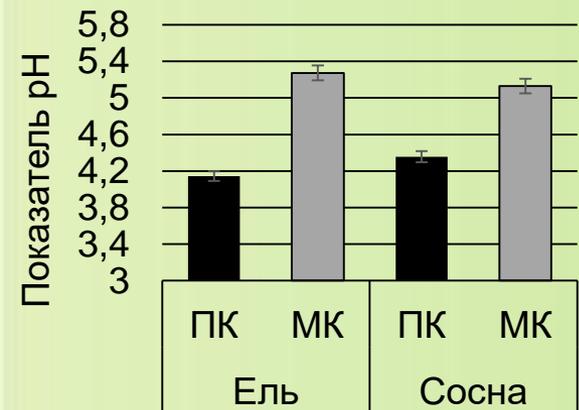
Результаты исследования

Концентрация соединений элементов в дожде в хвойных лесах за период 1999-2017 гг.

Фон

Дефолирующие леса

Техногенное редколесье

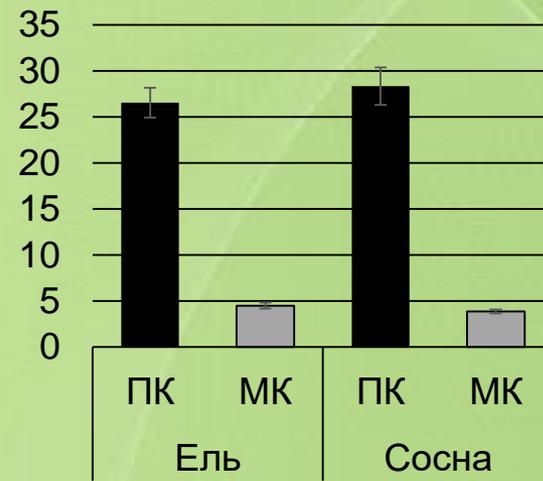
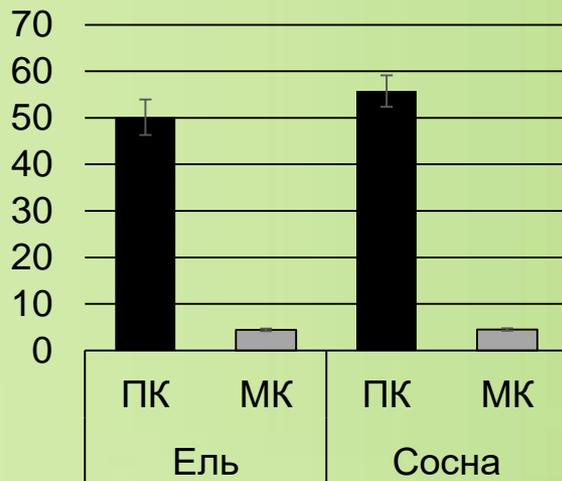
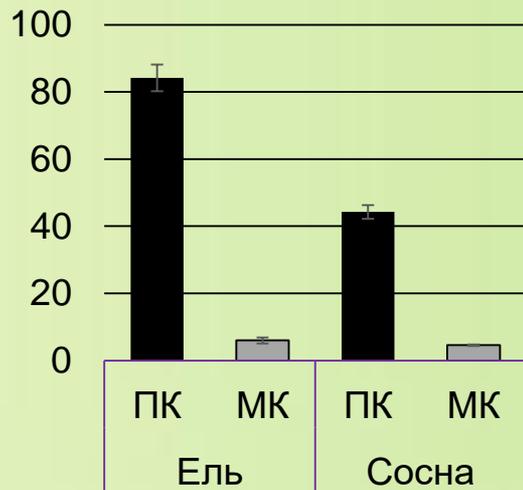


Фон

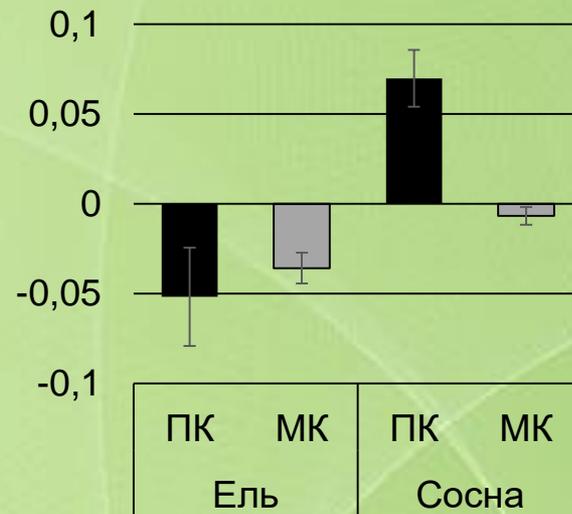
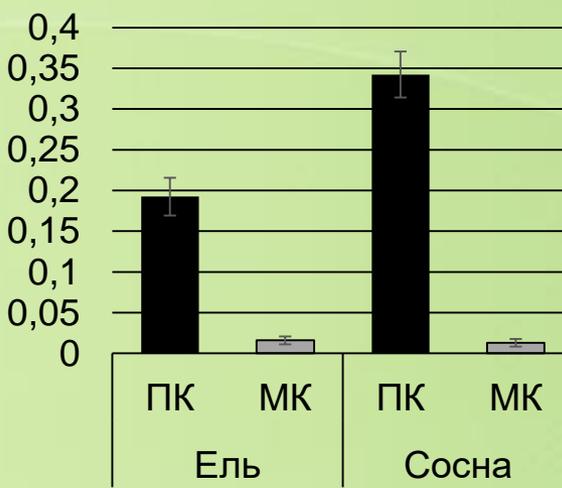
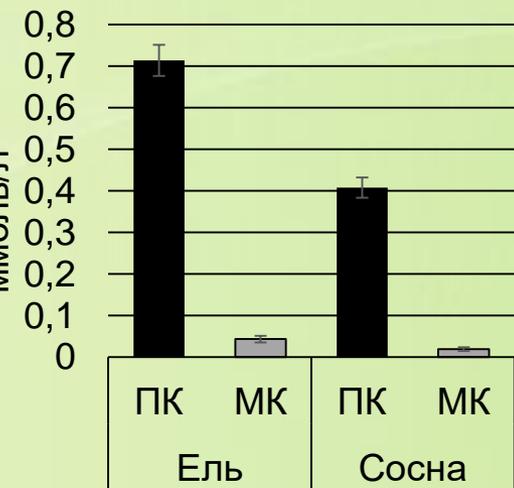
Дефолирующие леса

Техногенное редколесье

Концентрация С, мг/л

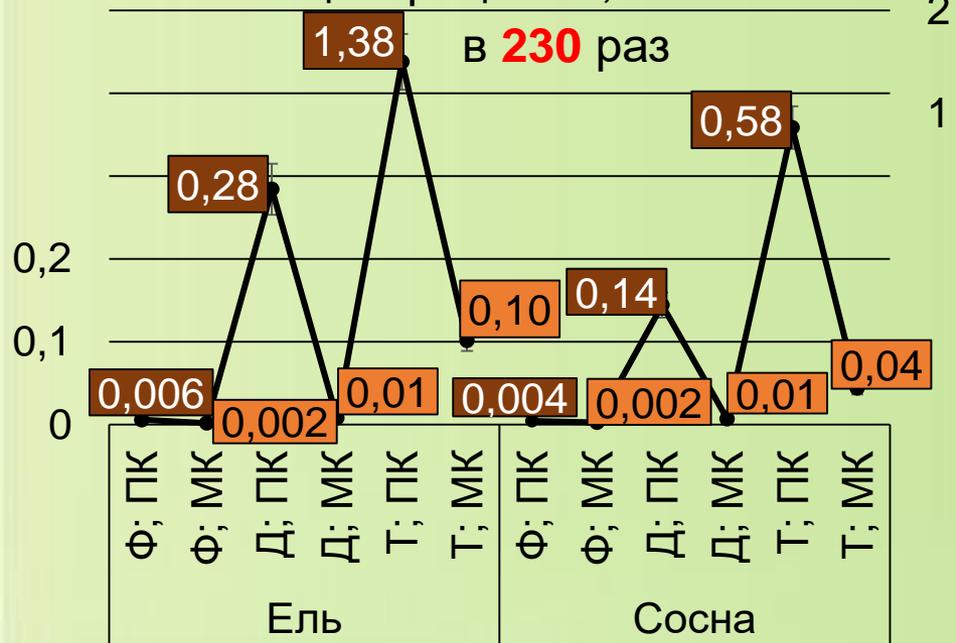


Показатель ANC, ммоль/л

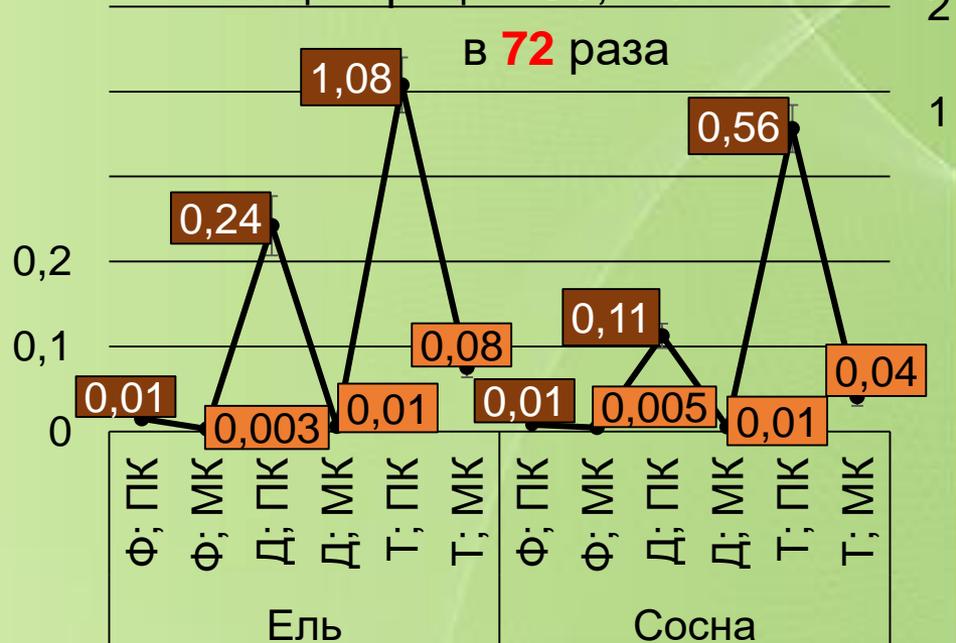


Концентрация основных поллютантов в дожде в хвойных лесах за период 1999-2017 гг.

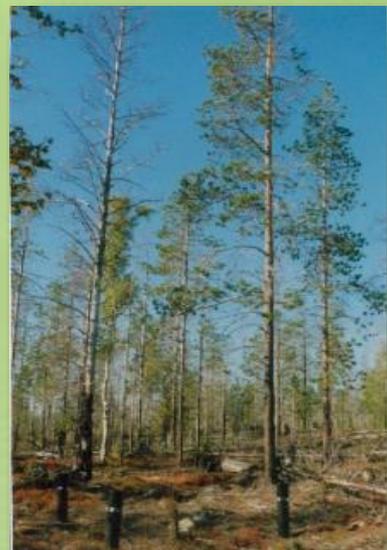
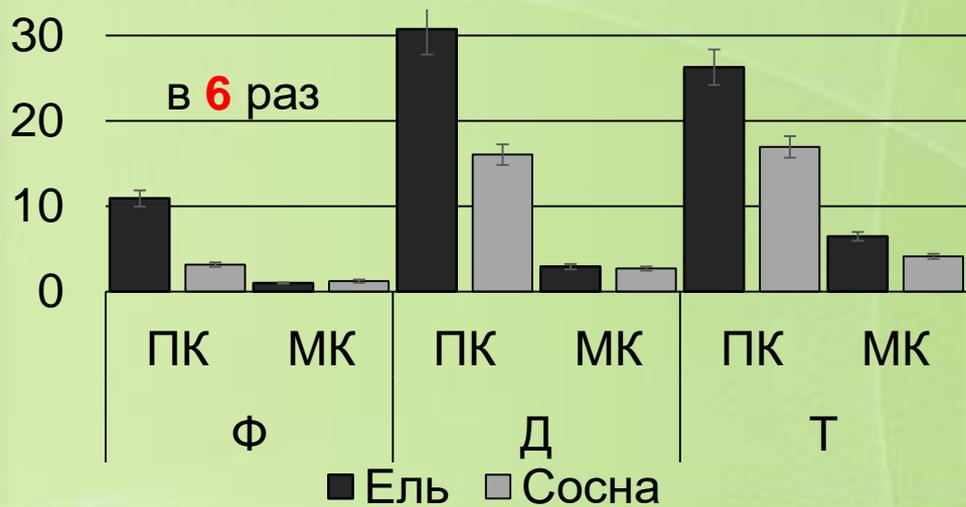
Концентрация Ni, мг/л



Концентрация Cu, мг/л

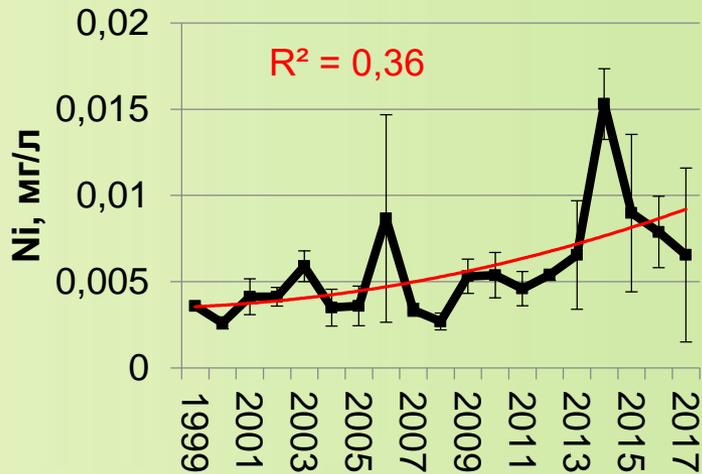


Концентрация SO₄²⁻, мг/л

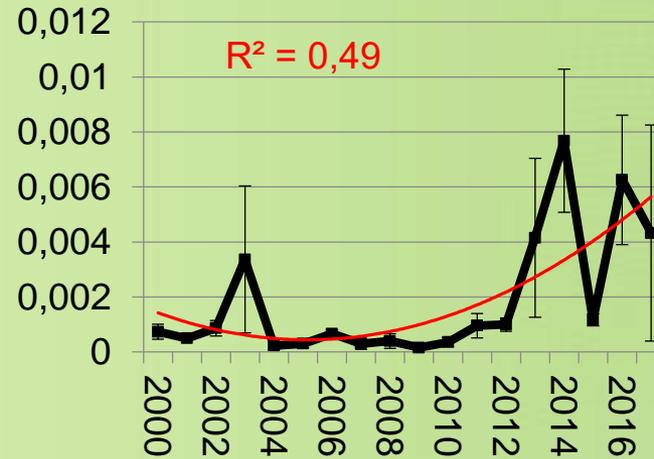


Многолетняя динамика концентраций никеля в дожде в **фоновых** 11 ельниках и сосняках. ПК – под кронами, МК – между крон деревьев

Ельник ПК



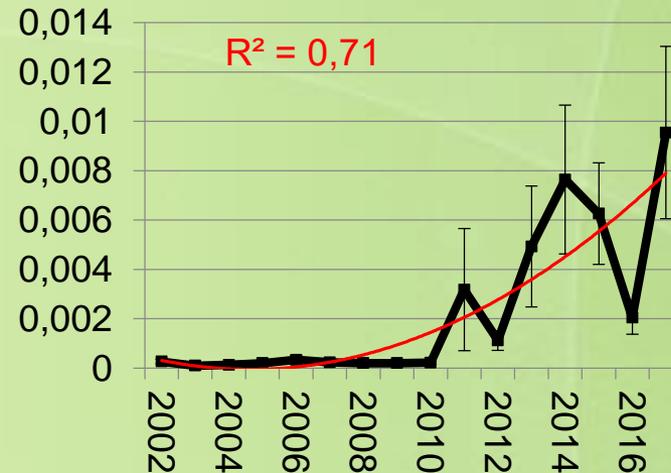
Ельник МК



Сосняк ПК

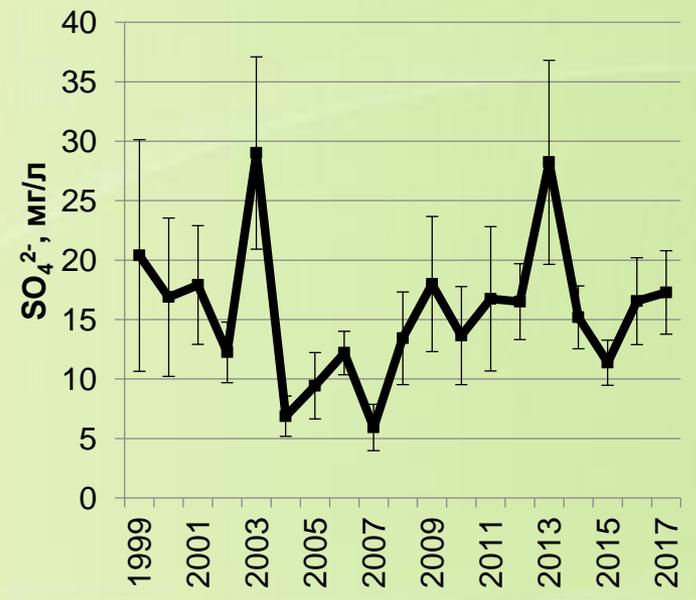
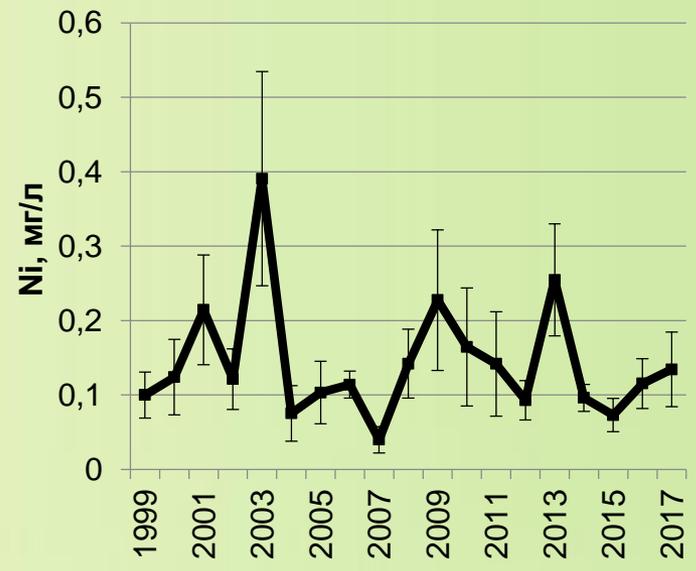


Сосняк МК

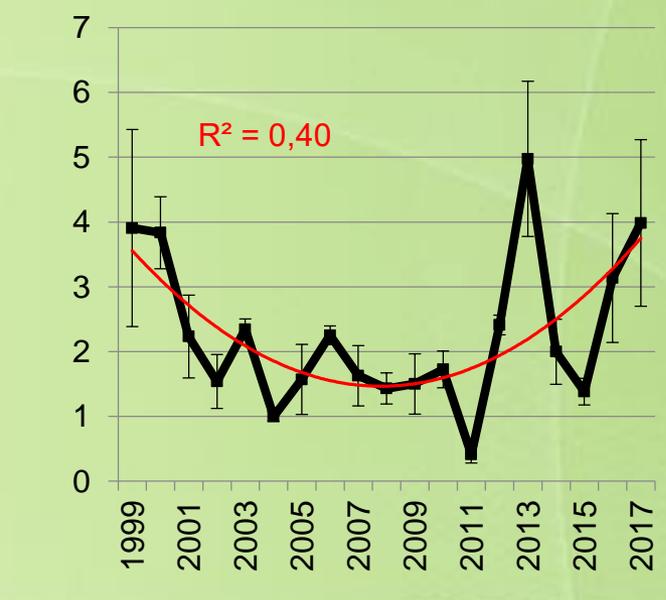
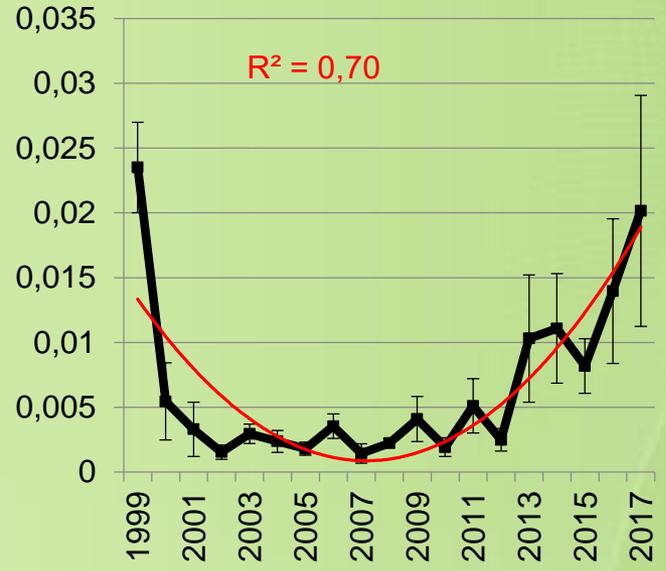


Многолетняя динамика концентраций никеля и сульфатов в дожде в дефолирующих сосновых лесах. ПК – под кронами, МК – между крон деревьев

Сосняк ПК



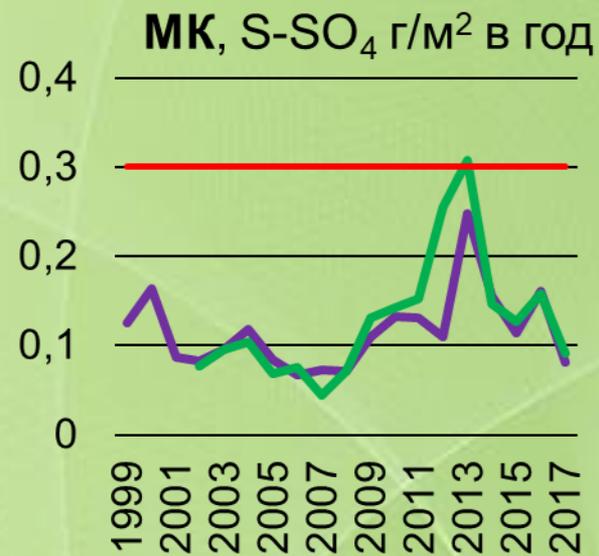
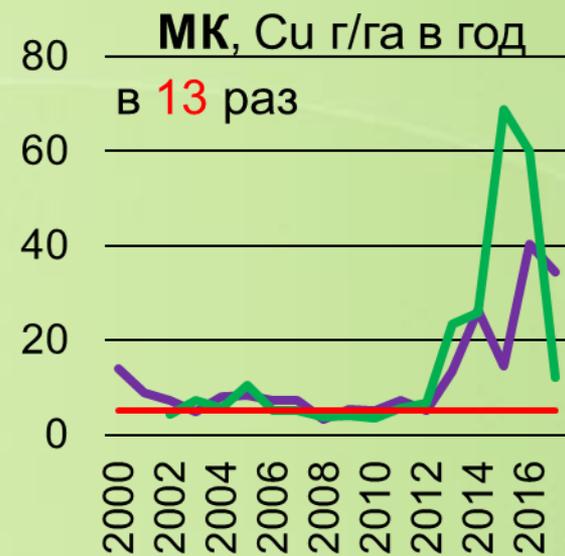
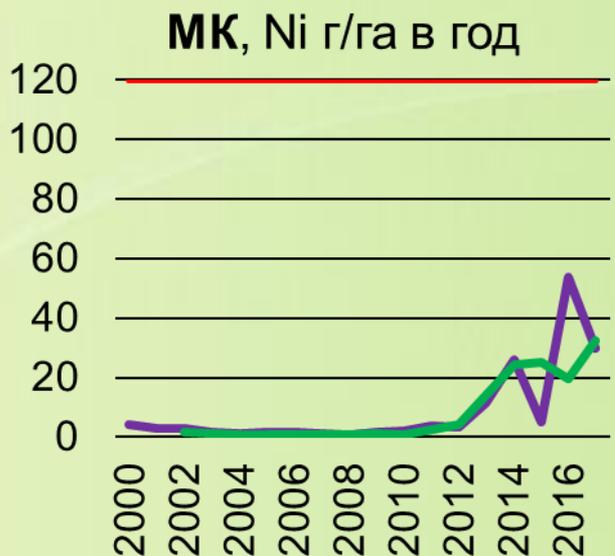
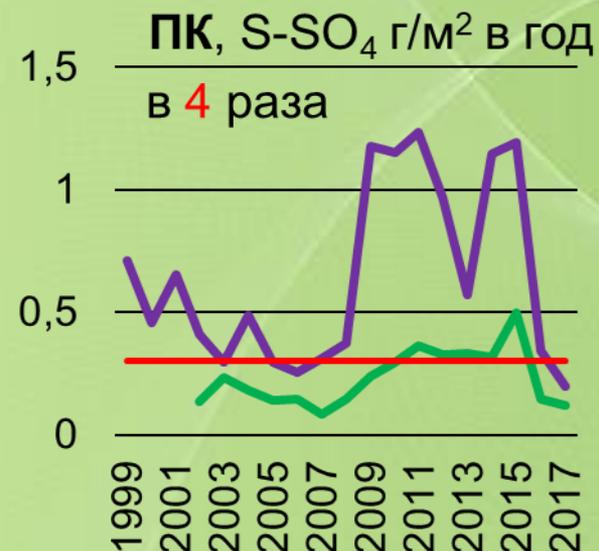
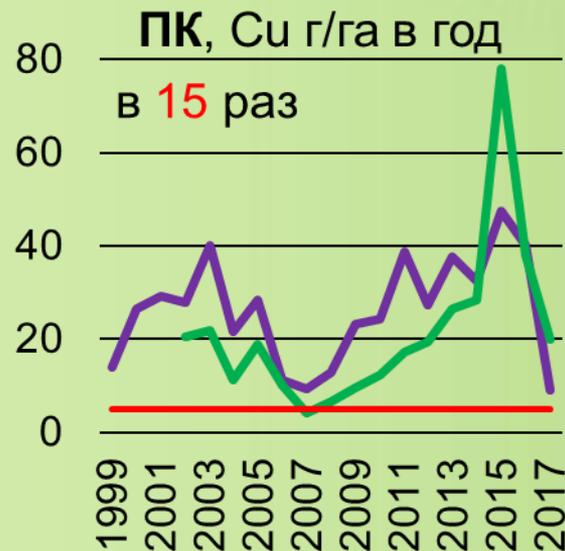
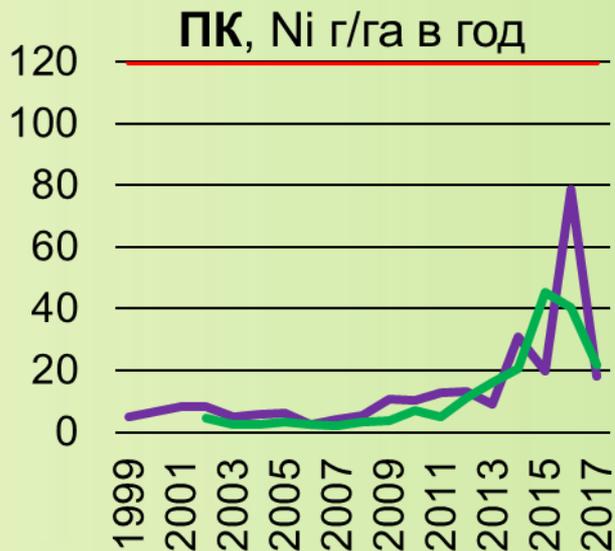
Сосняк МК



Более четверти века развивается концепция критических нагрузок, которые определяются как «количественная оценка воздействия уровня одного или нескольких поллютантов, ниже которого значительных негативных последствий для наиболее чувствительных компонентов экосистем не наблюдается, в соответствии с современным уровнем знаний».



Сравнение уровней загрязнения **атмосферных выпадений (снег+дождь)** в **14** фоне с критическими нагрузками

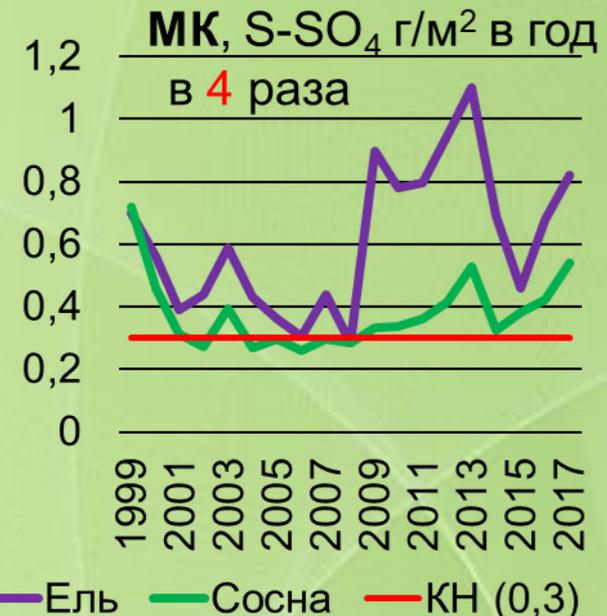
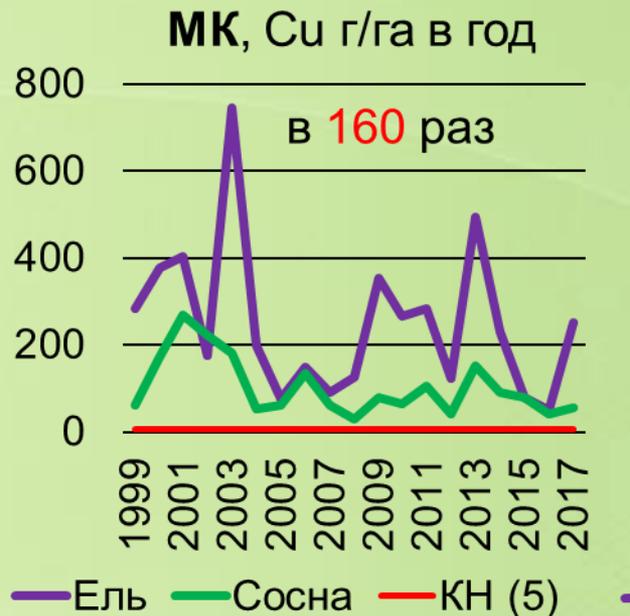
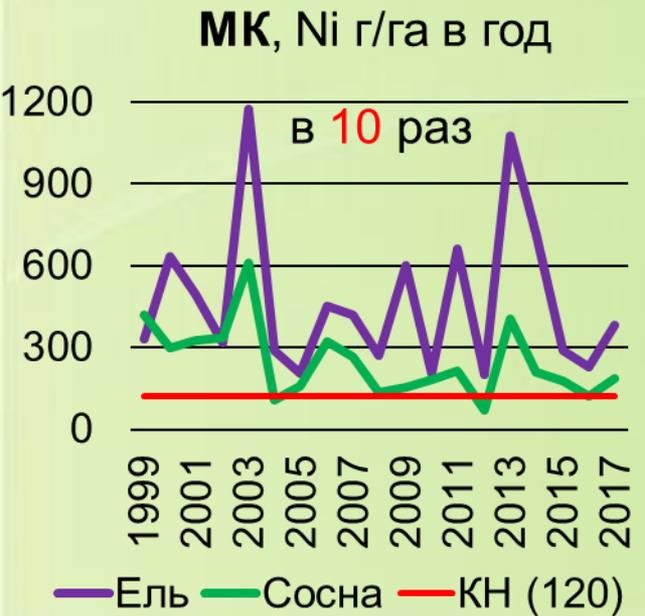
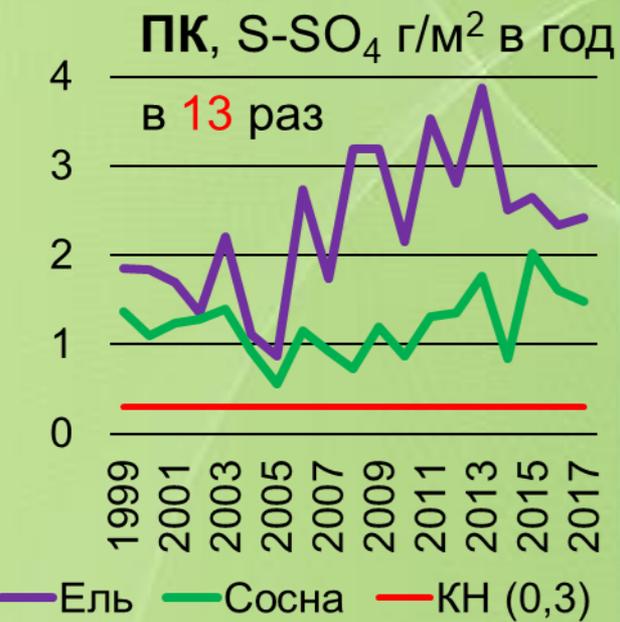
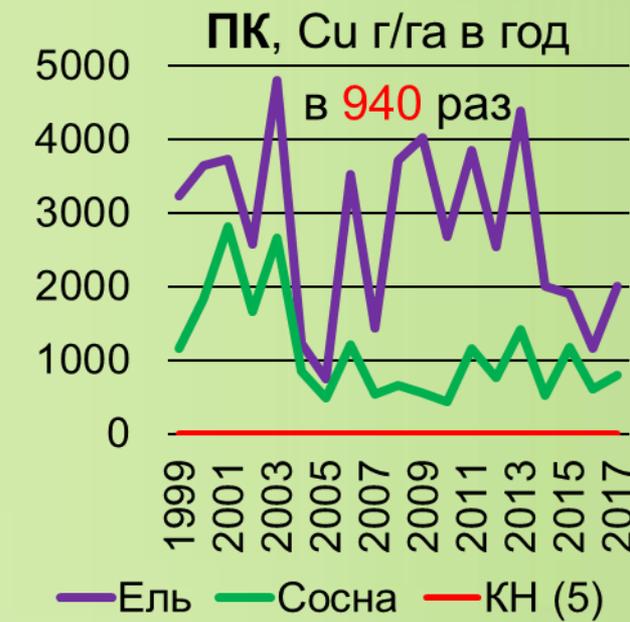
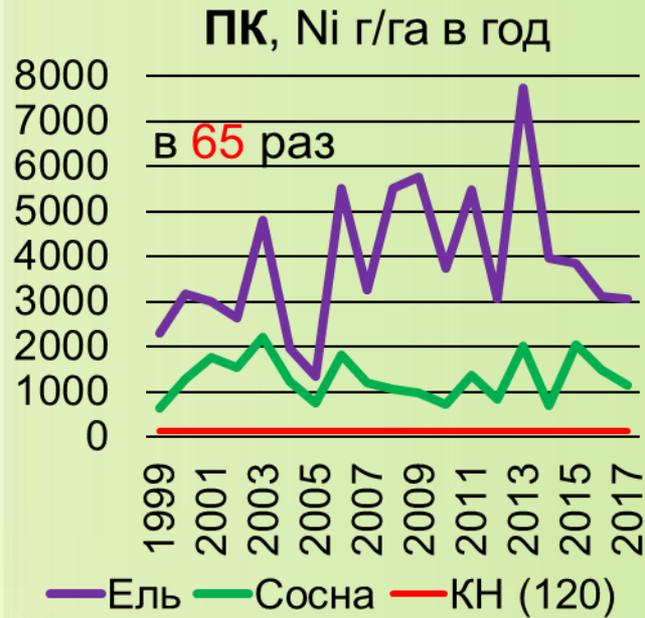


Ель Сосна КН (120)

Ель Сосна КН (5)

Ель Сосна КН (0,3)

Сравнение уровней загрязнения **атмосферных выпадений (снег+дождь)** в **15** техногенном редколесье с критическими нагрузками



- Высокие концентрации элементов в подкروновых пространствах (до 40 раз) в еловых и сосновых лесах по сравнению с межкroновыми объясняются их смывом и выщелачиванием из кроны деревьев. Более высокие концентрации и выпадения элементов в еловых лесах (до 5 раз) по сравнению с сосновыми обусловлены большей поверхностью и более выраженными барьерными функциями кроны ели.
- Воздушное промышленное загрязнение оказывает существенное влияние на формирование состава дождевых вод, которое выражается в повышении концентраций тяжелых металлов (до 240 раз) и кислотообразующих веществ (до 6 раз) и выщелачивании элементов питания (Ca и Mg) из древесного полога по сравнению с фоном.
- Многолетняя динамика концентраций элементов в дождевых водах сосновых и еловых лесов отличается высокой вариабельностью. В фоновых условиях выявлено повышение концентраций никеля в 2013–2017 гг., что объясняется возрастанием содержания поллютантов в аэрозолях, распространяющихся на значительные расстояния.
- На фоновой территории в атмосферных выпадениях обнаружено превышение критических уровней тяжелых металлов до 5 раз, соединений серы до 2 раз. В техногенном редколесье превышение критических уровней в атмосферных выпадениях для тяжелых металлов составляло сотни раз, а сульфатной серы достигало 7 раз. Данные об атмосферных выпадениях в подкroновых пространствах ели в еловых лесах являются наиболее информативными для ранней диагностики превышения уровня критических нагрузок.

Благодарю за внимание

