

Анализ баз данных по биомассе и химии видов для моделирования динамики лесного напочвенного покрова в круговоротных моделях лесных экосистем

*Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В.,
Грозовская И.С., Романов М.С., Лукина Н.В*

Институт математических проблем биологии Российской академии наук
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН



Живой напочвенный покров лесных экосистем

травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы лесных растительных сообществ



Зачем нужно моделировать динамику напочвенного покрова?

- ❑ Сохранение биоразнообразия
- ❑ Запас углерода и эмиссия CO_2
 - Глобальные изменения климата
 - Загрязнения
 - Лесные пожары, ветровалы, вспышки численности лесных насекомых
 - Рубки и природопользование

Проблема устойчивости лесных экосистем к катастрофическим природным и антропогенным нарушениям



Разработка модели напочвенного покрова в рамках модели EFIMOD

EFIMOD stand sub model

Tree species1 species2 species3

Foliage

Branches

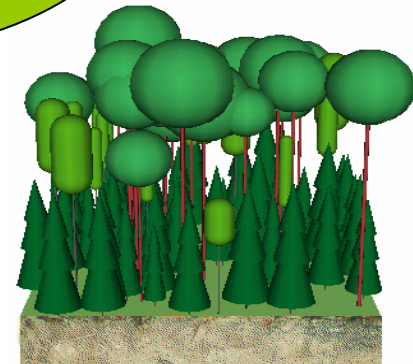
Stem

Coarse roots

Fine roots

Litter & deadwood

Ground vegetation



SCLISS sub model
(climate)

ROMUL sub model (soil)

N_{av}

Генерализовать напочвенный покров в виде функциональных групп видов

- Эколого-ценотическая группа вида
 - тип сообщества, тип местообитания
 - процедурные правила типа IF - THEN
- Жизненная форма вида
 - опад разных фракций растения (содержание опада, ритмика)
 - уровень биомассы

Эколого-ценотические группы видов

База данных по ЭЦГ видов для бореальной зоны

<http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg>

А.А. Ниценко (Бот.ж-л, 1969)
Г.М. Зозулин (Бот. ж-л, 1970, 1973)
О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова
(Оценка..., 2001)
В.Э. Смирнов, Л.Г. Ханина, М.В.
Бобровский (Бюл.МОИП, 2006)

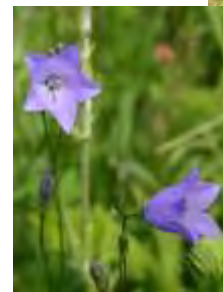


Неморальные –
виды
широколиственных
лесов



Бореальные – виды
темнохвойных лесов

Боровые – виды
сосновых лесов



**Лугово-
опушечные**
виды



Нитрофильные – виды
черноольховых лесов

Виды **олиготрофных**
болот



**Водно-
болотные**
виды



Жизненные формы видов бореальной зоны Европейской России

- Лишайники
- Мхи
- Травы опадающие в конце вегетационного сезона
 - мелкотравье и мелкие папоротники
 - высокотравье и крупные папоротники
 - другое (злаки)
- Вечнозеленые травы (разделенные по режимам опадания)
- Листопадные кустарнички
- Вечнозеленые кустарнички

Генерализованный напочвенный покров в виде функциональных групп видов

Пересечение списка ЖФ и ЭЦГ с учетом «разрешенных случаев»

Биомасса и продуктивность видов растений

Химический состав видов

Скорость разложения опада

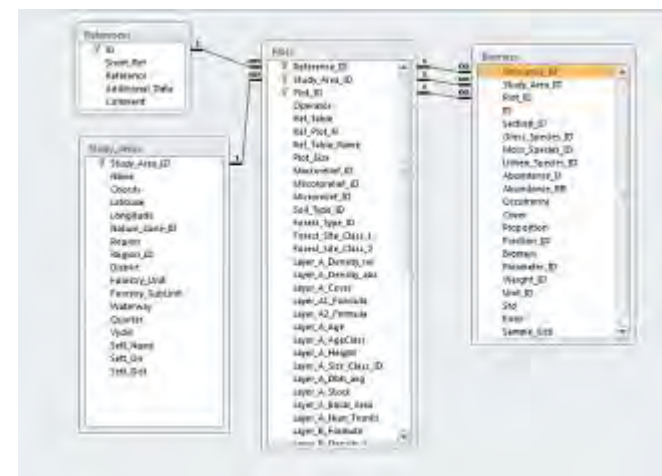
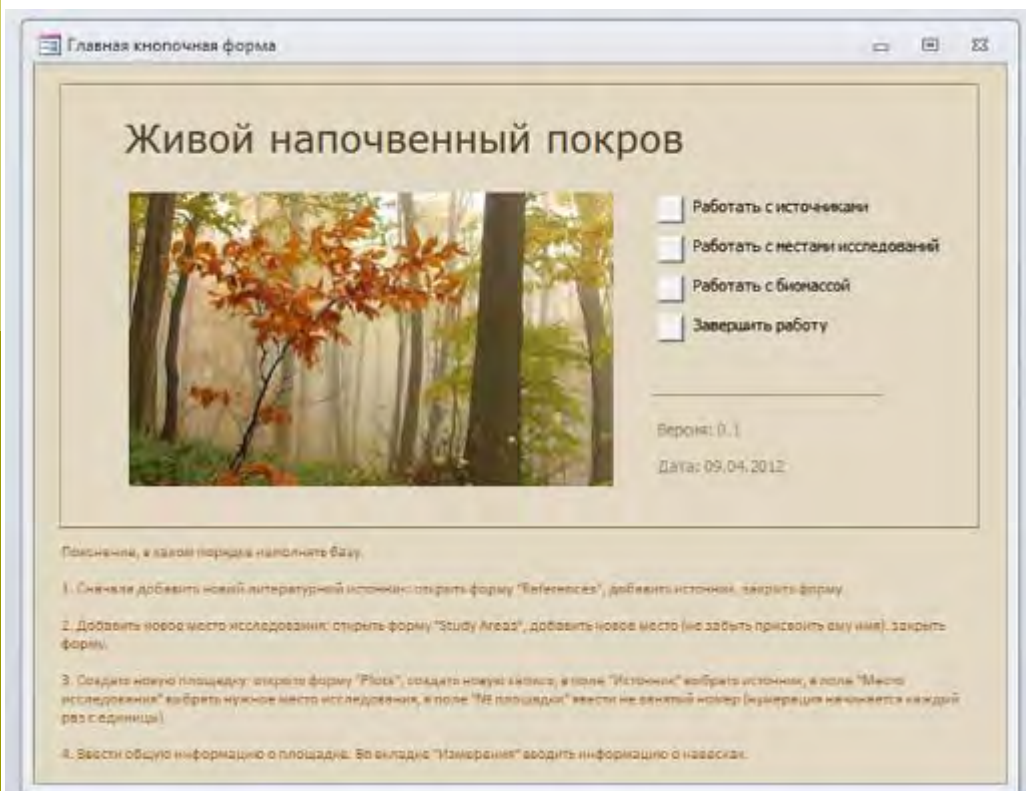
Потребности видов в элементах минерального питания, воде и свете

Базы данных по

биомассе видов и групп видов растений,
химическому составу видов растений

База данных по биомассе компонентов напочвенного покрова

Источники данных - научные публикации (79 источников) и оригинальные полевые исследования. Более 6000 записей по абс.сухой биомассе. 231 вид. 103 точки.



28 таблиц: 7 основных, 3 списка флоры, 18 вспомогательных



Функциональные группы видов, использованные при анализе БД «Биомасса»



Бореальное
мелкотравье



Бореальные
кустарнички,
вечнозеленые
травы



Крупный
папоротник
*Dryopteris
dilatata*



Бореальное
высокотравье



Виды олиготрофных
болот



Неморальные –
виды
широколиственных
лесов



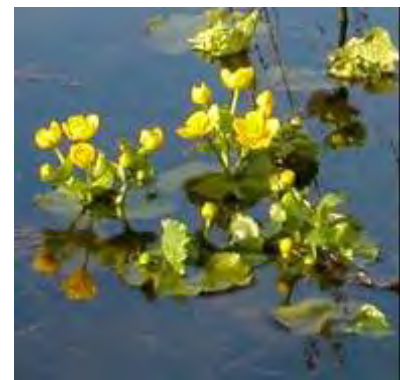
Боровые – виды
сосновых лесов



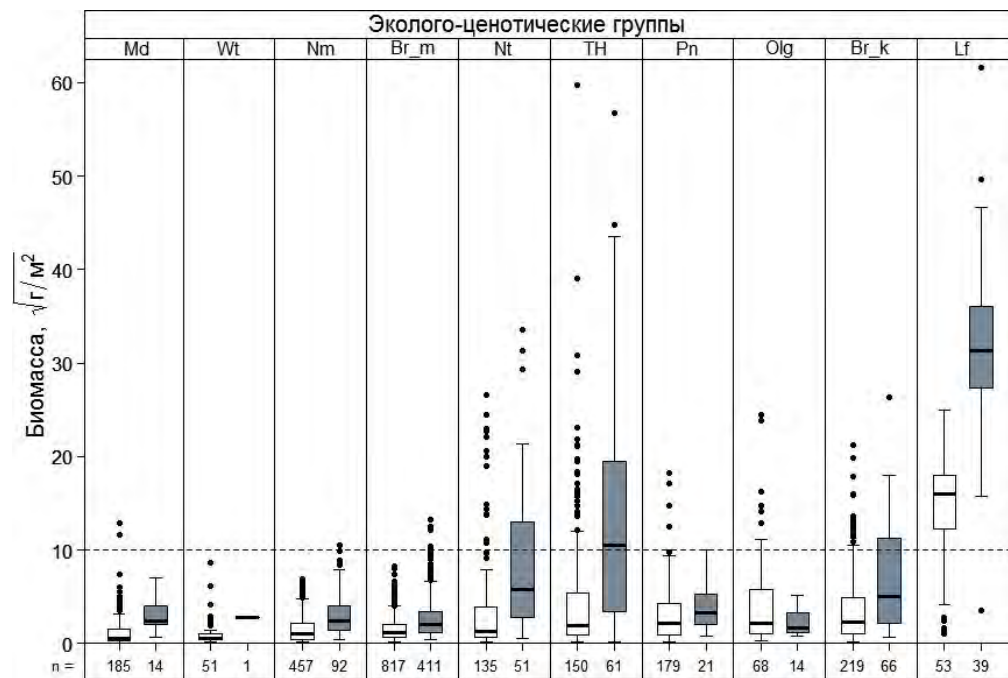
Лугово-
опушечные
виды



Нитрофильные – виды
черноольховых лесов

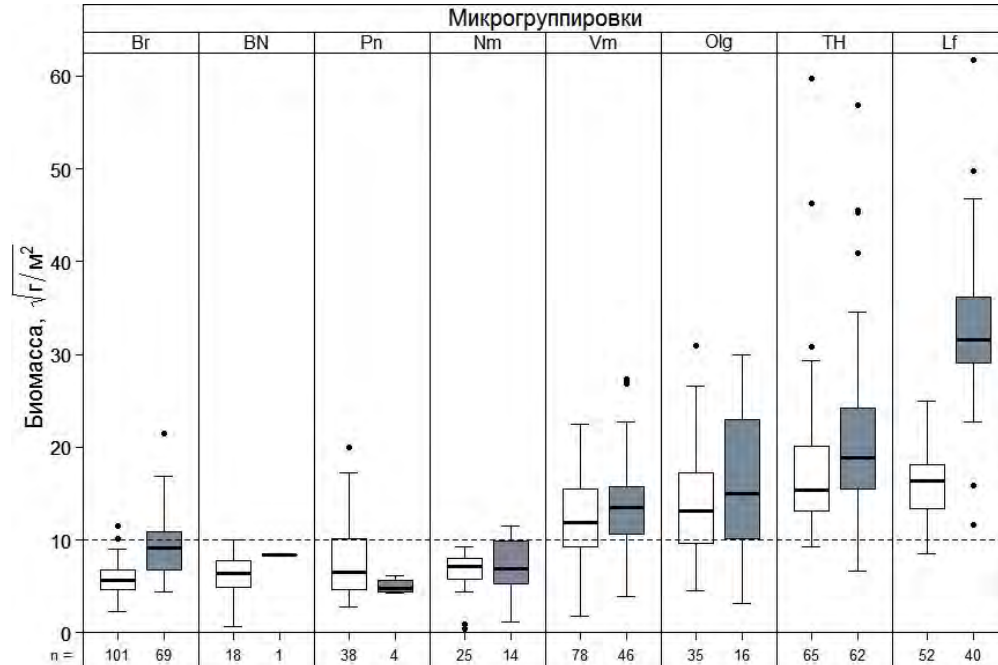


Водно-
болотные
виды



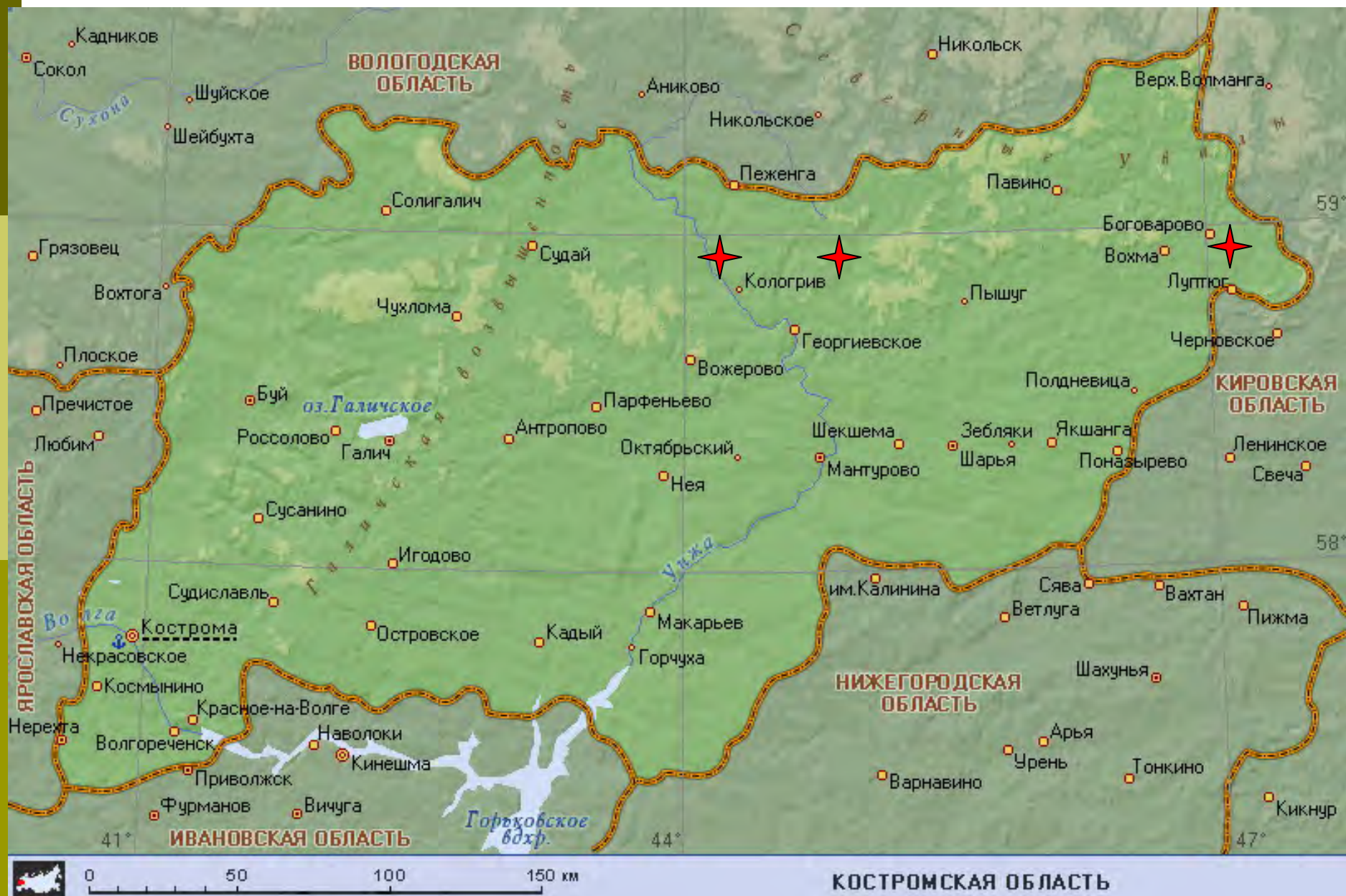
• Значения **подземной биомассы** во всех случаях различаются в большей степени, чем надземной, и они в целом выше

• Высокое варьирование значений биомассы для одного вида и в пределах видов одной ФГ



• По биомассе сосудистых растений виды разных ФГ различаются между собой в меньшей степени, чем **пространственные микрогруппировки, выделяемые по доминирующей ФГ**

Костромская область (Кологривский, Межевской и Октябрьский районы) *данные И.С. Грозовской*



1. Пихто-ельник бореально-мелкотравно-чернично-крупнопапоротниковый
2. Пихто-ельник разнотравный
3. Ельник черничный
4. Липо-ельник крупнопапоротниковый
5. Ельник бореально-мелкотравный
6. Ельник высокотравный

6



1



4



5



2

3



Бореально-мелкотравная (Br)



Крупнопапоротниковая (Lf)



Бореально-неморальная (BN)

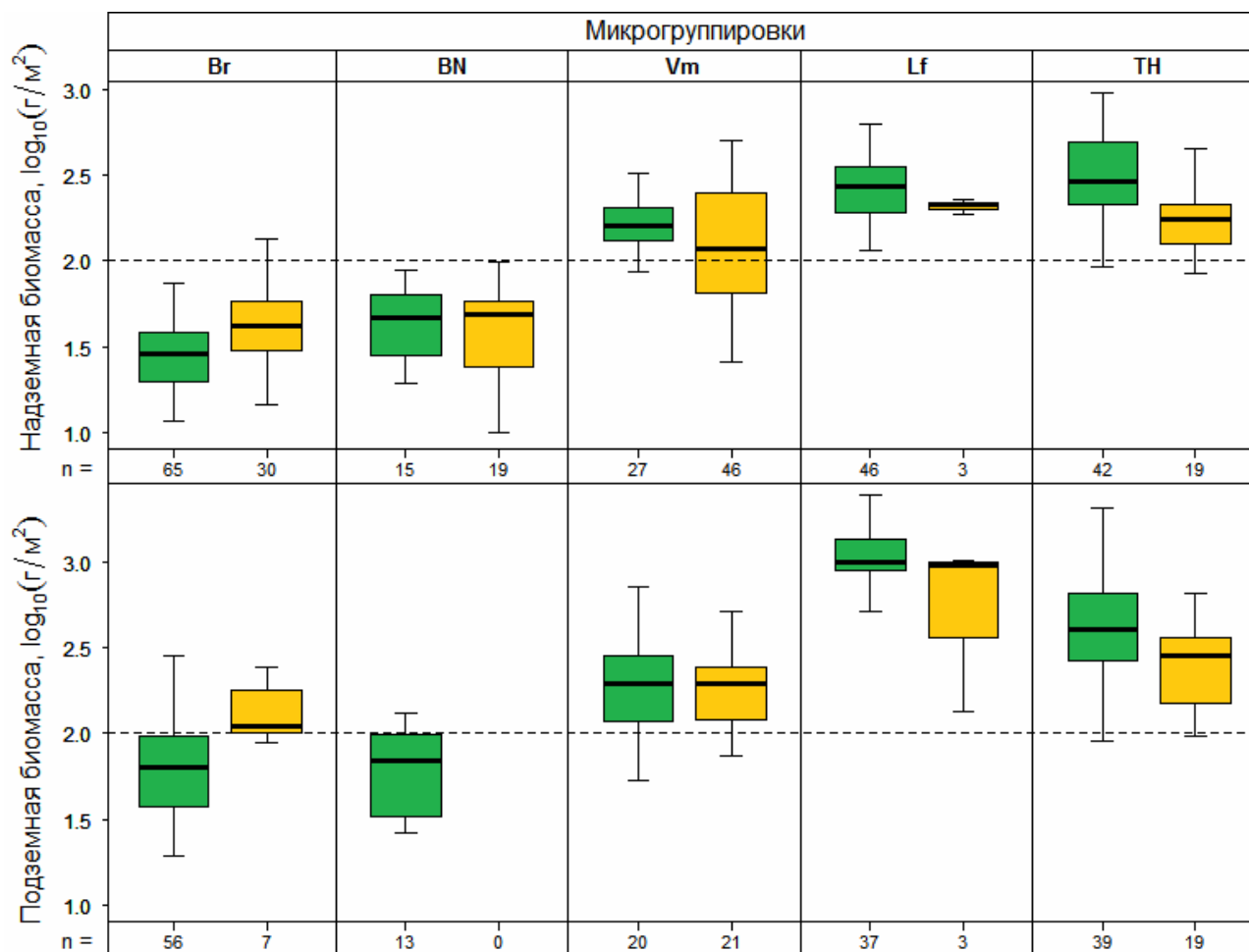


Высокотравная (Th)



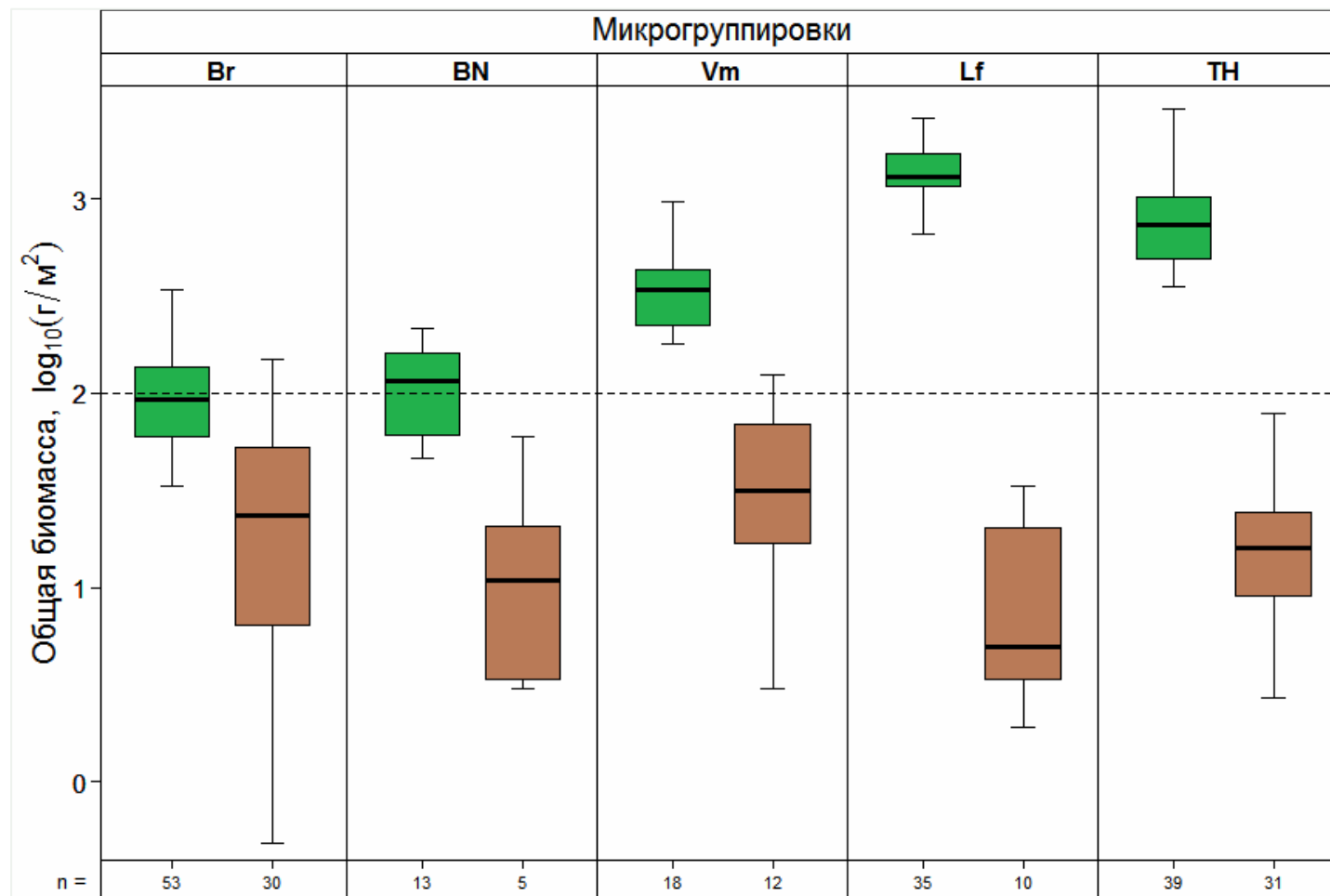
Бореально-кустарничковая (Vm)

Надземная и подземная биомасса сосудистых растений по экспериментальным и литературным данным



Br - бореально-мелкотравная, BN - бореально-неморальная, Vm - бореально-кустарничковая, Lf - крупнопапоротниковая, TH - высокотравная

Общая биомасса сосудистых растений и мохообразных по микрогруппировкам



Br - бореально-мелкотравная; BN - бореально-неморальная;
Vm - кустарничковая; Lf - крупнопоротниковая; TH - высокотравная

Компоненты дисперсии (КД) в процентах и *P*-значения для типов леса и микрогруппировок

Источники вариации	Надземная биомасса		Подземная биомасса	
	КД, %	<i>P</i>	КД, %	<i>P</i>
Типы леса	30.0	0.001	17.3	0.004
Микрогруппировки	60.7	0.000	70.5	0.000
Остаточная вариация	9.3		12.2	

* Площадки 40×40 м² – статистически незначимый фактор, его компонент дисперсии равен нулю

Заключение по анализу данных по биомассе видов напочвенного покрова

Анализ литературных данных и результатов полевых исследований, собранных в темнохвойных лесах Костромской области, показал, что значения надземной и подземной биомассы сосудистых растений в наибольшей степени различаются для пространственных микрогруппировок, выделяемых по доминирующей ЭЦГ.

Выявленные различия по биомассе свидетельствуют о перспективности использования **пространственных микрогруппировок в качестве элементарной единицы в задаче генерализации напочвенного покрова** при включении его в круговоротные модели лесных экосистем.

База данных по содержанию химических элементов в видах растений

Площадка: 10-95 Место: Хибинь

Вид: green-elm

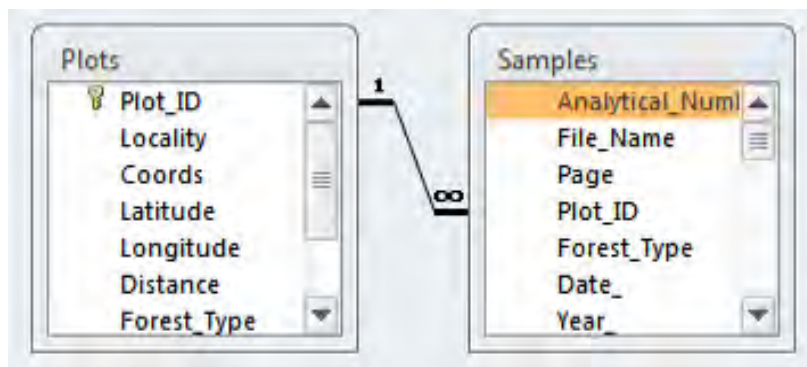
Element	Concentration (mg/kg)
N	4104.79
C	2947.42
Ca	916.77
Mg	1896.97
Na	4.88
K	48.02
Al	102.02
Fe	481.87
Mn	105.59
Zn	105.59
Ni	105.59
Cu	105.59
P	105.59
S	105.59

оригинальные данные ЦЭТЛ РАН
и ИППТЭС Кольского НЦ РАН

более 2000 образцов, 80 видов

Элементы N, C, Ca, Mg, Na, K, Al,
Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, P, S, Zn

As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Ga,
Hg, La, Li, Mo, Pb, Rb, Sb, Si, Sr, Th,
Ti, U, V, Y



- место и время сбора данных
- вид & фракция
- содержание хим.элементов в мг/кг

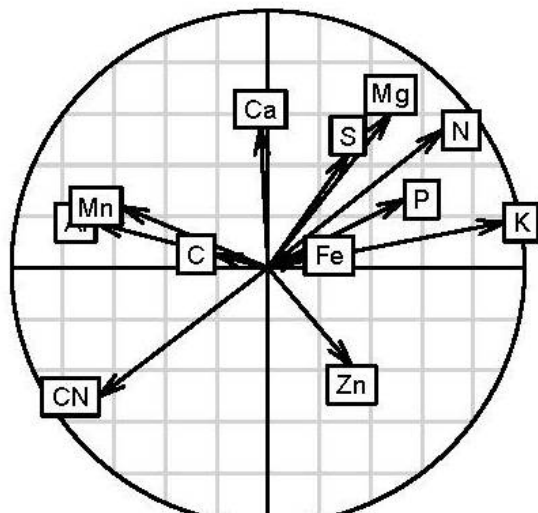
«Чистые участки»:
значения для меди и никеля
меньше 5 мг/кг

542 образца, 62 вида

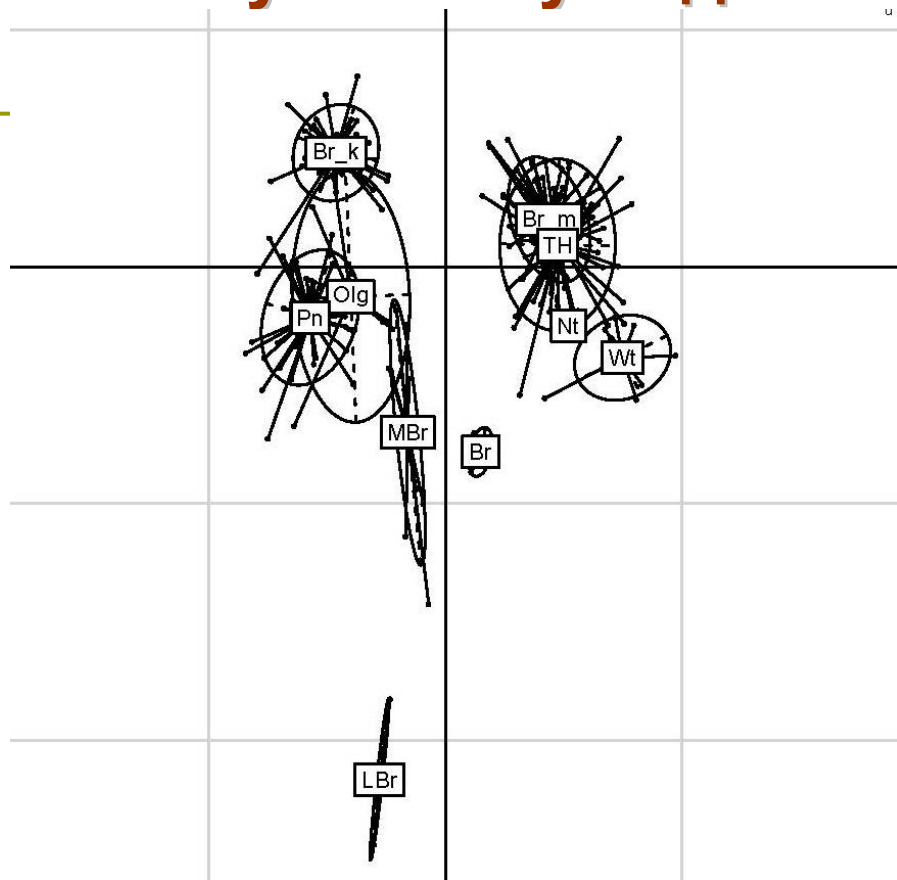
Функциональные группы, проанализированные по содержанию химических элементов

- 1) Бореальные лишайники
- 2) Бореальные мхи
- 3) Бореальное мелкотравье
Equisetum sylvaticum, Gymnocarpium dryopteris, Maianthemum bifolium, Oxalis acetosella, Phegopteris connectilis, Rubus saxatilis, Trientalis europaea
- 4) Бореальное высокотравье
Aconitum septentrionale, Athyrium filix-femina, Cacalia hastata, Chamaenerion angustifolium, Crepis sibirica, Diplazium sibiricum, Dryopteris carthusiana, D.dilatata, Geranium sylvaticum, Paeonia anomala, Rubus idaeus
- 5) Бореальные злаки (*Avenella flexuosa*)
- 6) Бореальные кустарнички (листопадные кустарнички, вечнозеленая трава) *Vaccinium myrtillus, Lycopodium sp.*
- 7) Боровые кустарнички (вечнозеленые кустарнички) *V.vitis-idaea*
- 8) Нитрофильная группа (крупные травы) *Cirsium oleraceum, Filipendula ulmaria*
- 9) Олиготрофная группа (вечнозеленые и листопадные кустарнички)
Empetrum hermaphroditum, Ledum palustre, V.uliginosum
- 10) Водно-болотная группа
Calamagrostis phragmitoides, Eleocharis sp., Phragmites sp., Scirpus sp.
- 11) Внутриводная группа

Результаты дискриминантного анализа 204 записей БД по элементному составу видов растений



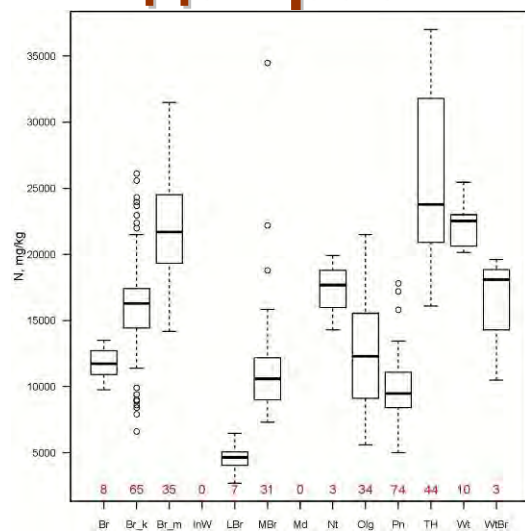
Вектора переменных
(химических элементов),
участвующих в анализе



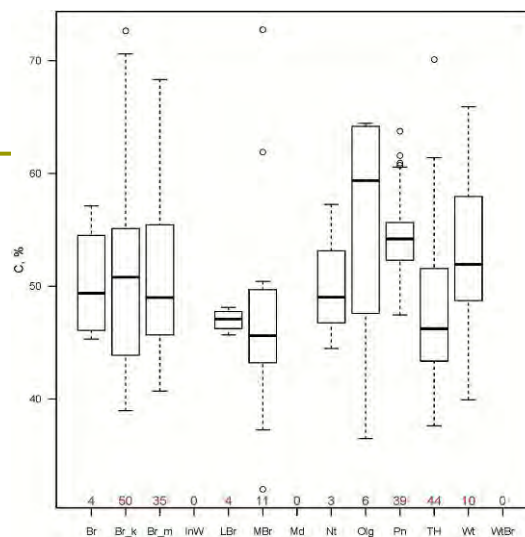
Функциональные группы видов:

LBr - лишайники, MBr - мхи, Br - *Avenella flexuosa*,
Pn - боровые, Olg - олиготрофные,
Br_k - бореальные кустарнички, Wt - водно-болотные,
Nt - нитрофильные, TH - высокотравье,
Br_m - мелкотравье

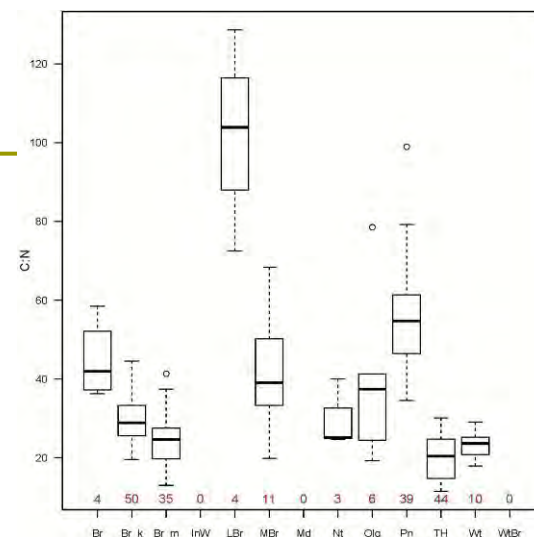
Содержание основных химических элементов в видах разных ФГ



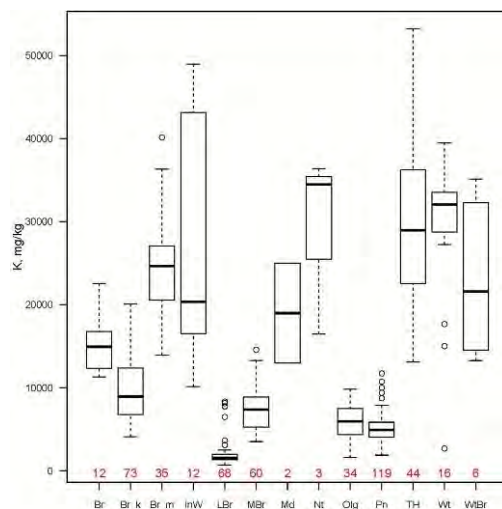
Азот



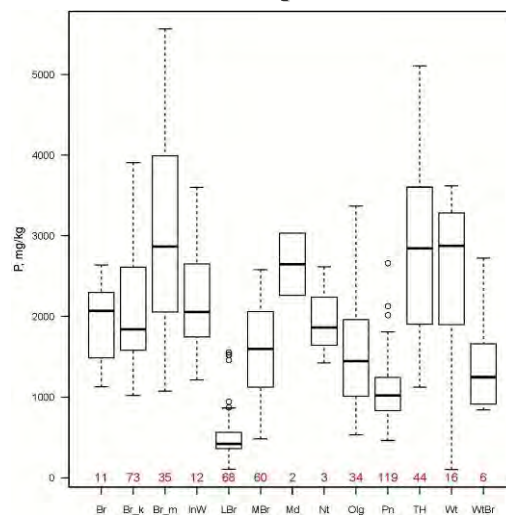
Углерод



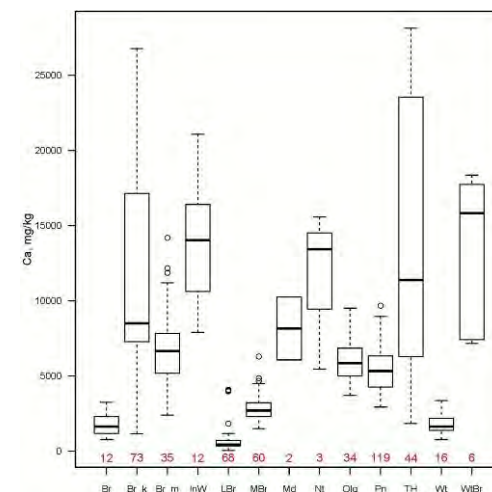
C/N



Калий

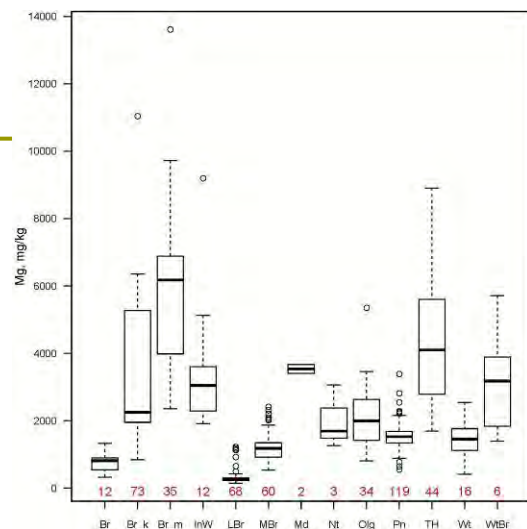


Фосфор

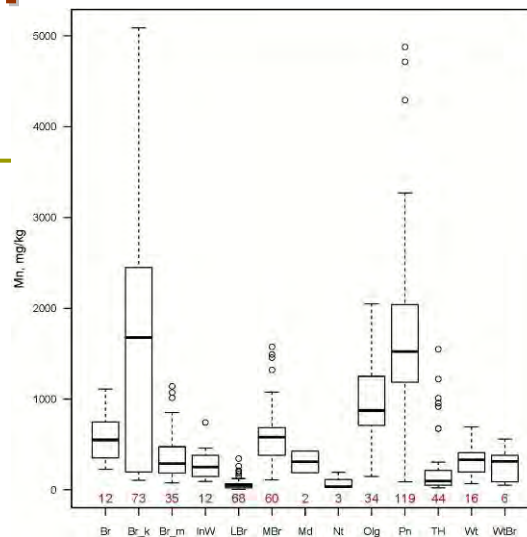


Кальций

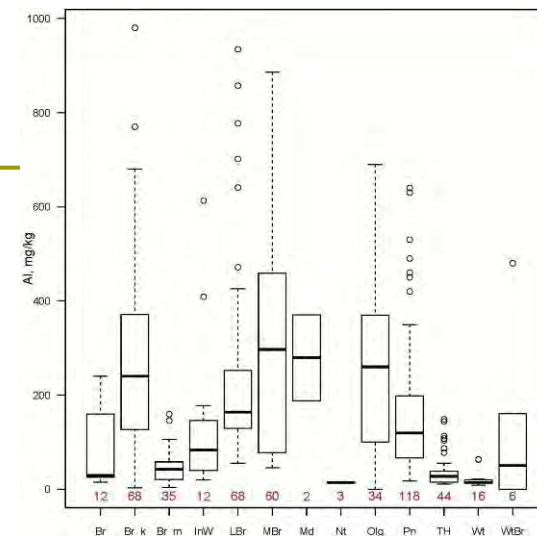
Содержание основных химических элементов в видах разных ФГ



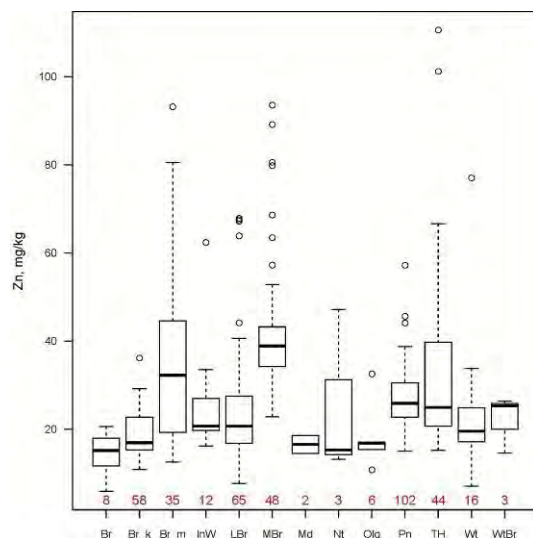
Магний



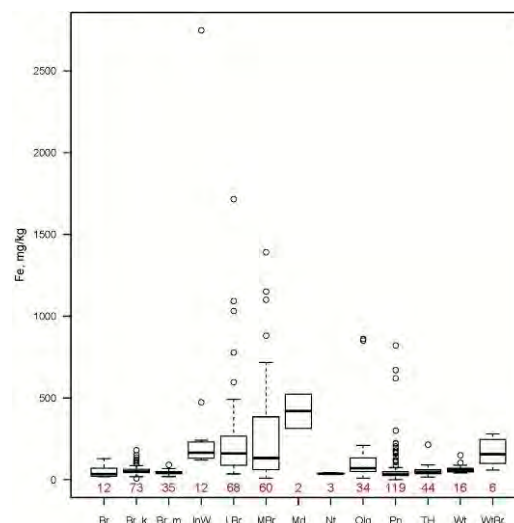
Марганец



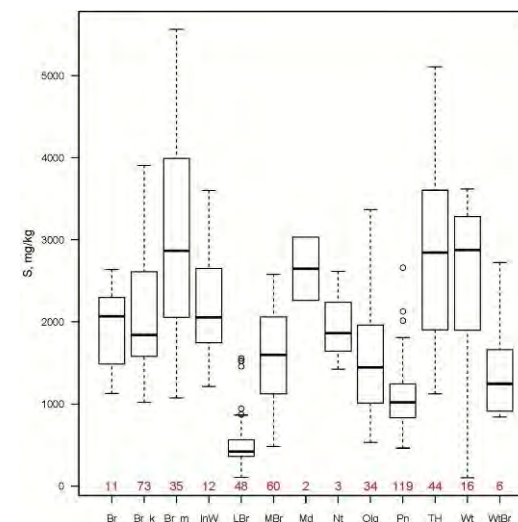
Алюминий



Цинк

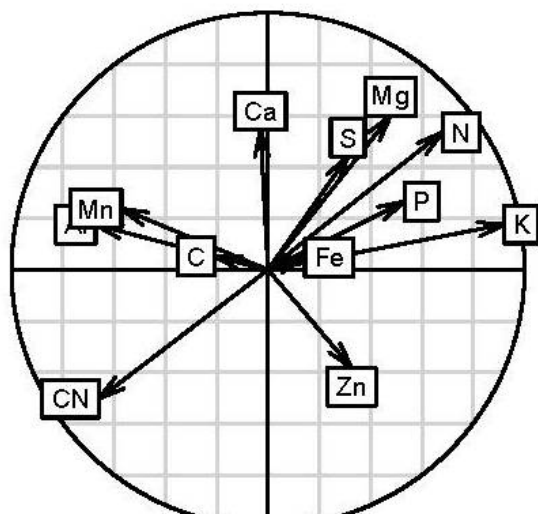


Железо

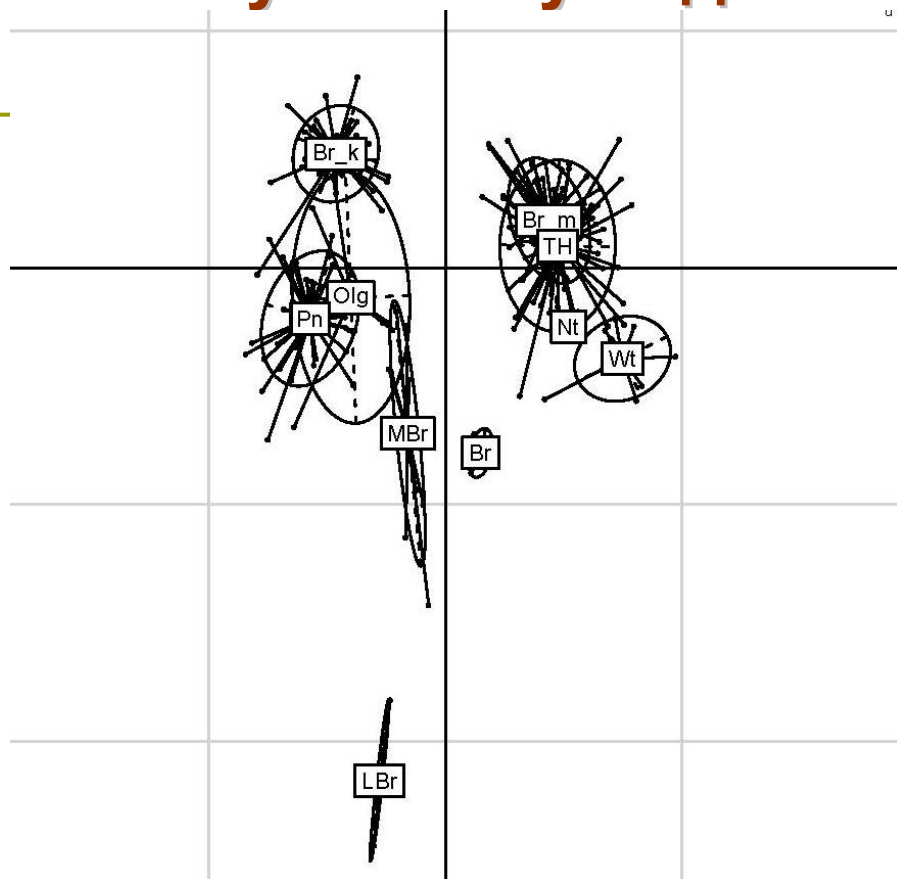


Сера

Результаты дискриминантного анализа 204 записей БД по элементному составу видов растений



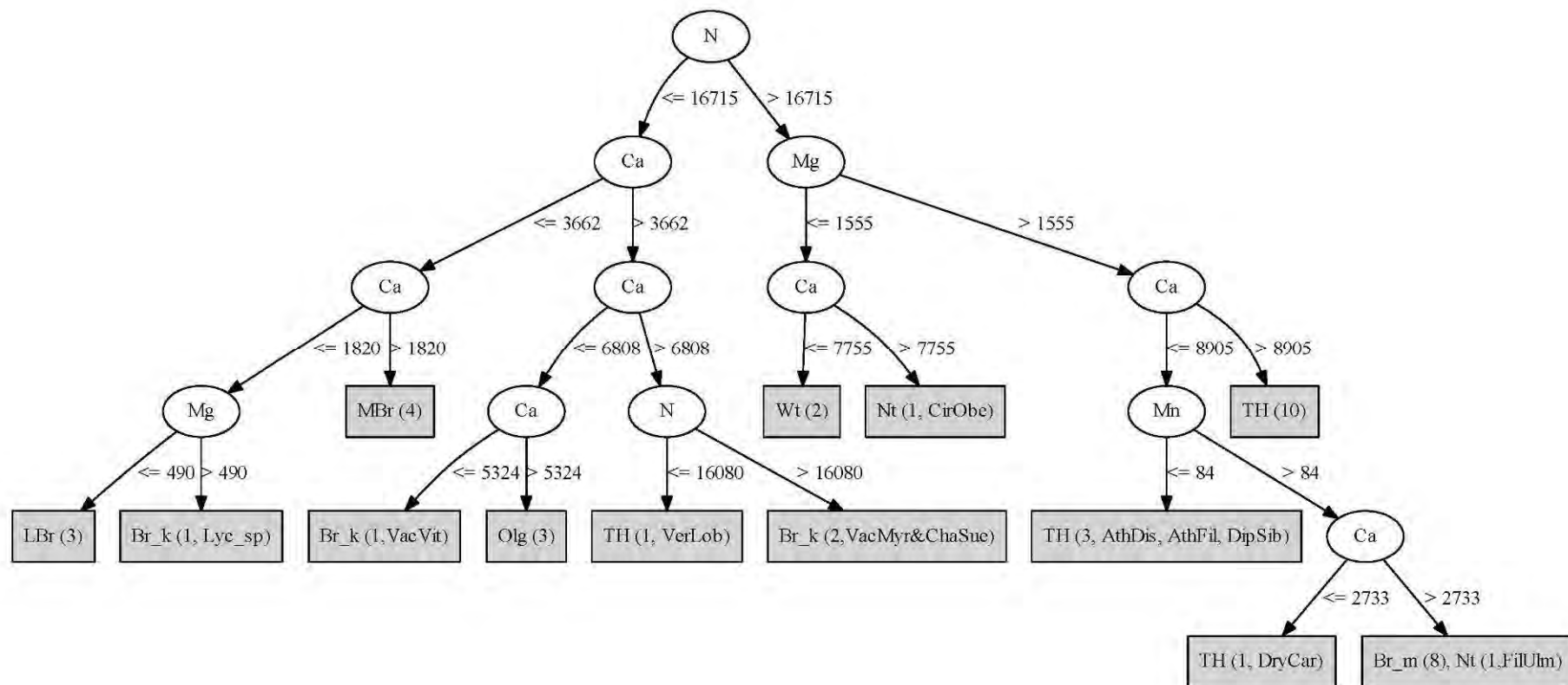
Вектора переменных
(химических элементов),
участвующих в анализе



Функциональные группы видов:

LBr - лишайники, MBr - мхи, Br - *Avenella flexuosa*,
Pn - боровые, Olg - олиготрофные,
Br_k - бореальные кустарнички, Wt - водно-болотные,
Nt - нитрофильные, TH - высокотравье,
Br_m - мелкотравье

Классификационное дерево, построенное по значениям медиан для видов, относящихся к семи априорно выделенным ФГ



Анализ БД по содержанию химических элементов

От записей базы данных к видам (медианным значениям содержания элементов для видов)

От медиан «в боксплотах» к медианам в классификационном дереве



Вывод

- необходимость расширения БД
- реальность выделения довольно четких ФГ видов на основе анализа содержания в них химических элементов

Анализ БД по биомассе видов и содержанию в них химических элементов

Выводы

- необходимость **расширения БД** 😊
- реальность выделения **довольно четких ФГ** видов на основе анализа содержания в них химических элементов с привлечением данных по биомассе
- перспективность использования **пространственных микрогруппировок** в качестве элементарной единицы в задаче генерализации напочвенного покрова при включении его в круговоротные модели лесных экосистем

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

