

Институт математических проблем  
биологии РАН - филиал ФГУ  
Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной математики  
им. М.В. Келдыша РАН

Лаборатория вычислительной экологии  
Пушино

Ханина Лариса Геннадьевна



**Представление темы 4.2 для КПНИ Лес**

2 февраля 2017 г.



# Исследовательский проект 4. Разработка методов прогнозирования динамики лесов в условиях комбинированного действия антропогенных и природных факторов

## Научная тема 4.2

### Развитие методов моделирования лесного биологического разнообразия

#### **Актуальность**

Прогноз динамики биоразнообразия как одной из базовых экосистемных функций лесных экосистем при различных сценариях природных и антропогенных воздействий

## Научная тема 4.2.

# Развитие методов моделирования лесного биологического разнообразия

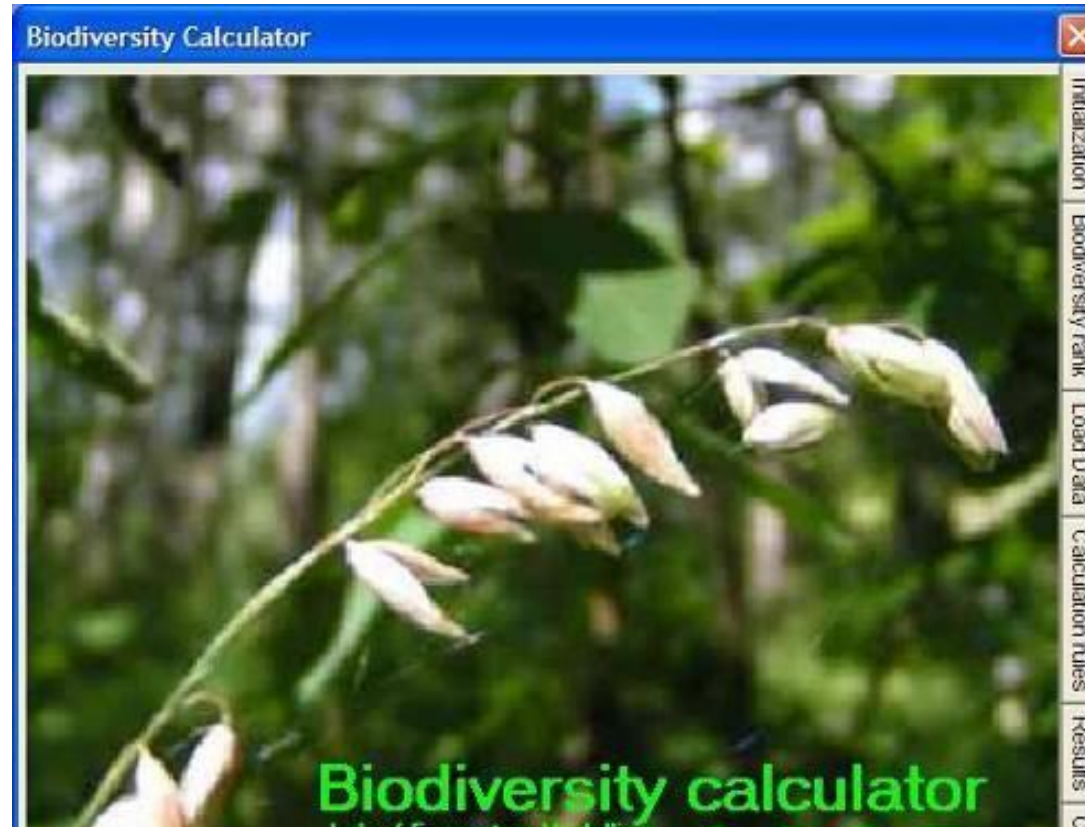
### Мероприятие 4.2.1.

- Разработка алгоритмов калибровки и верификации моделей для прогнозирования динамики видового разнообразия лесного напочвенного покрова при различных сценариях ведения лесного хозяйства и глобальных климатических изменениях

### Мероприятие 4.2.2.

- Модельные прогнозы динамики напочвенного покрова лесных экосистем на модельных территориях при различных сценариях внешних воздействий

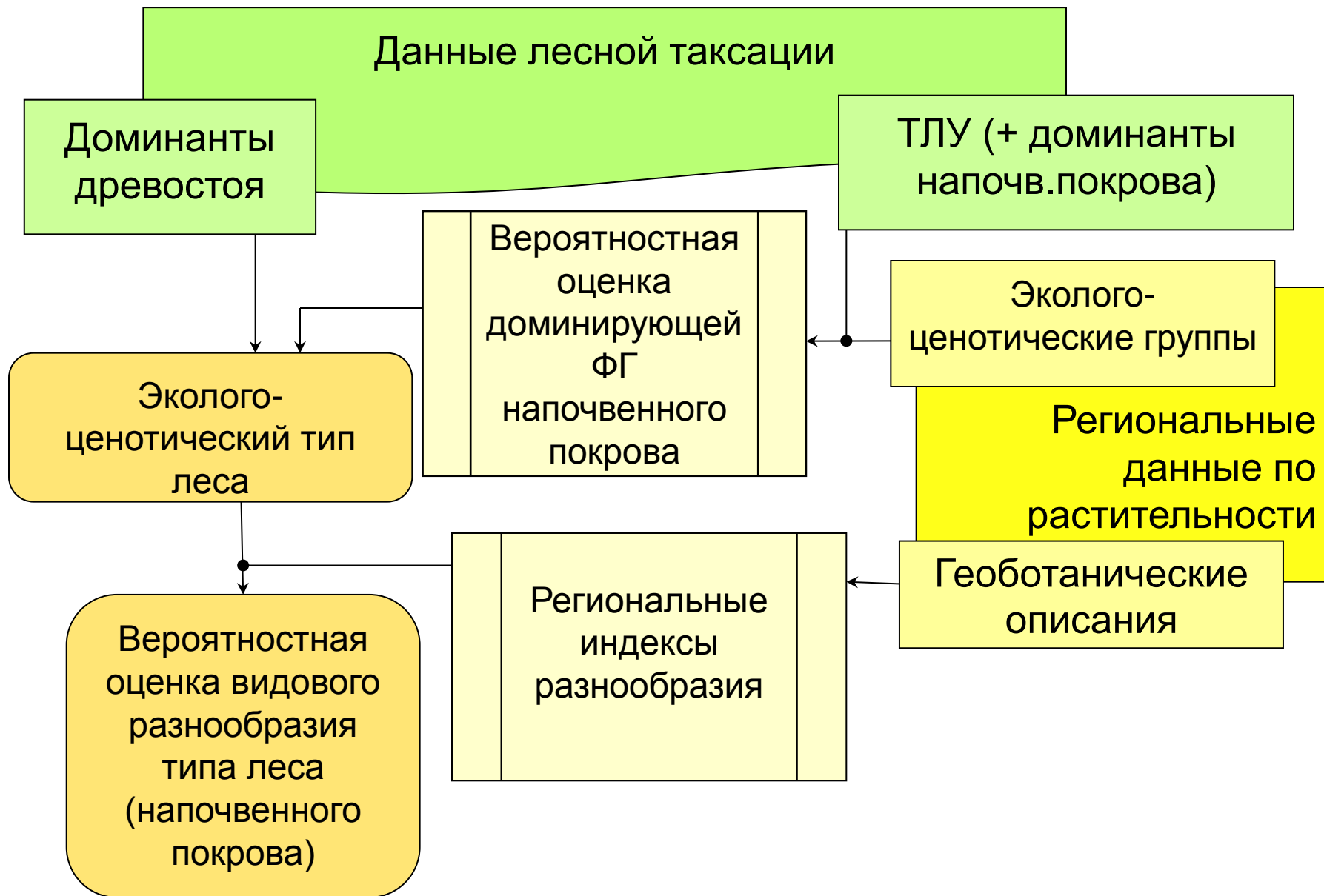
# BioCalc – модуль для расчета динамики разнообразия напочвенного покрова



Khanina et al., For. Ecol. Manage. 2007: 80-94

Khanina et al. In: Sutton, M.A. et al. (Eds.) Nitrogen Deposition, Critical Loads and Biodiversity. 2014. Springer. 173-182.

# Схема модельного расчета видового разнообразия типа леса



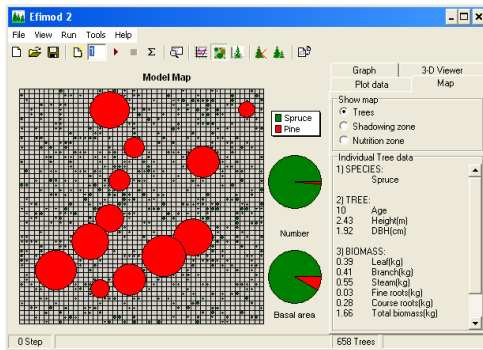
# EFIMOD Имитационная гибридная модель динамики лесной экосистемы



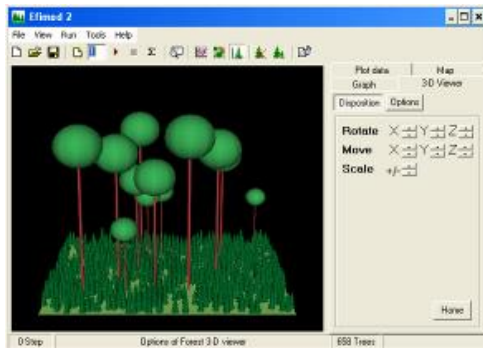
*А.С. Комаров и др., 2004.*

Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. М.: Наука.

# Индивидуально-ориентированная пространственно распределенная гибридная модель динамики лесных экосистем

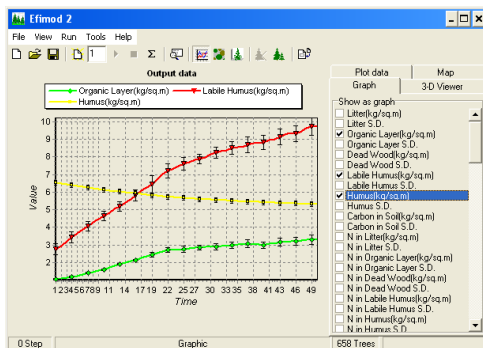


Состоит из 3х основных частей:  
модель древостоя EFIMOD,  
почвенная модель ROMUL,  
статистический генератор почвенного  
климата SCLISS



Рост дерева зависит от освещенности и  
доступных растению соединений азота в почве

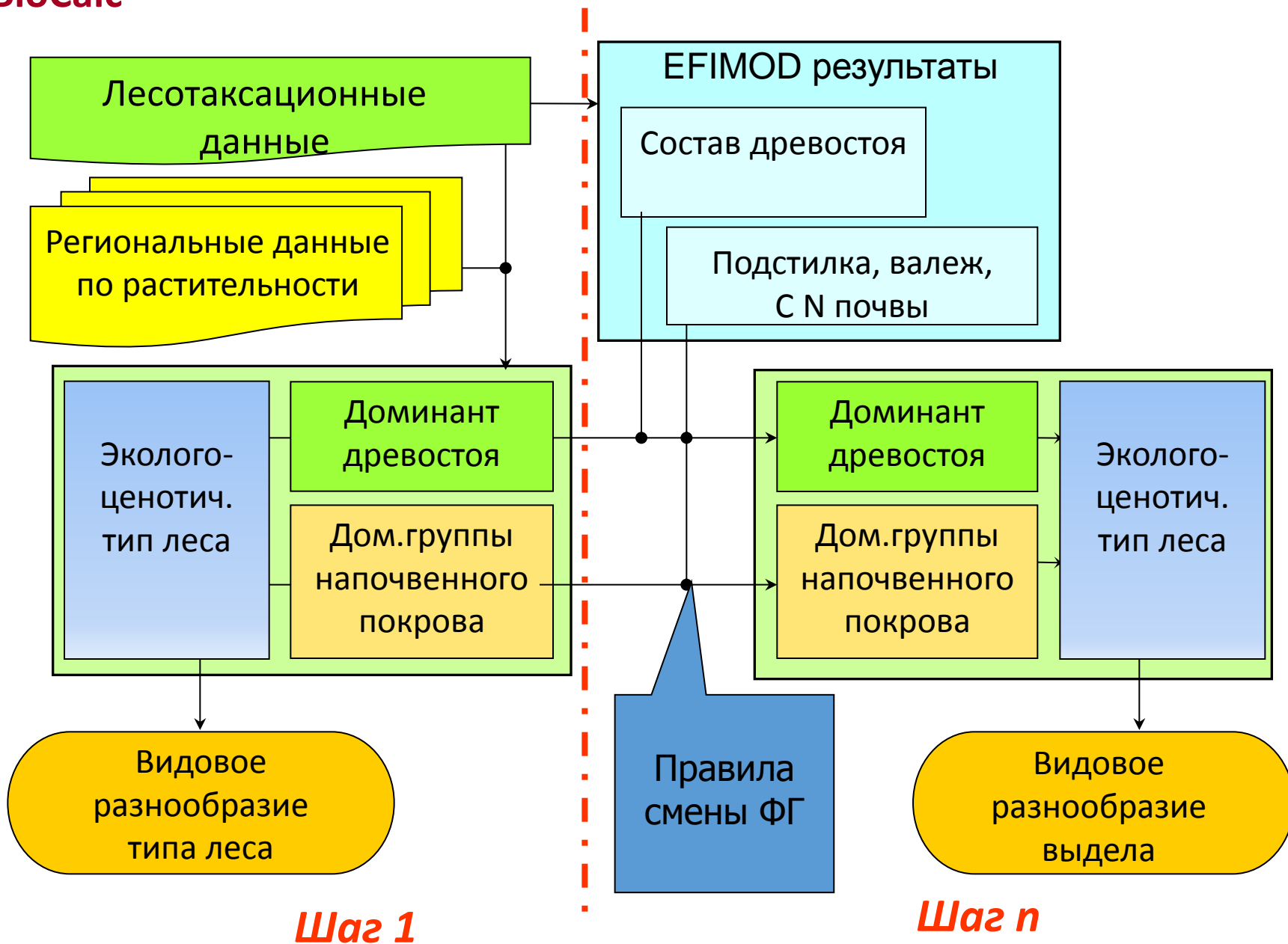
ROMUL моделирует изменения в почвенных  
характеристиках в зависимости от опада и  
почвенного климата (уравнения баланса массы)



SCLISS оценивает почвенную температуру и  
влажность на основе стандартных метеоданных

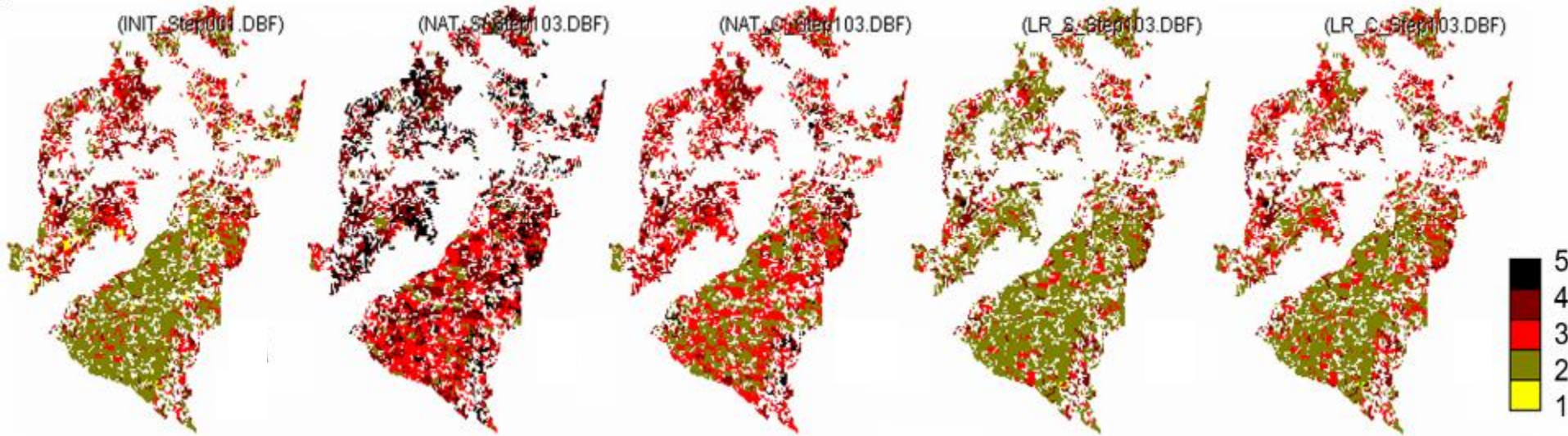
# Модельный расчет динамики разнообразия напочвенного покрова

BioCalc





# Динамика разнообразия при глобальном потеплении



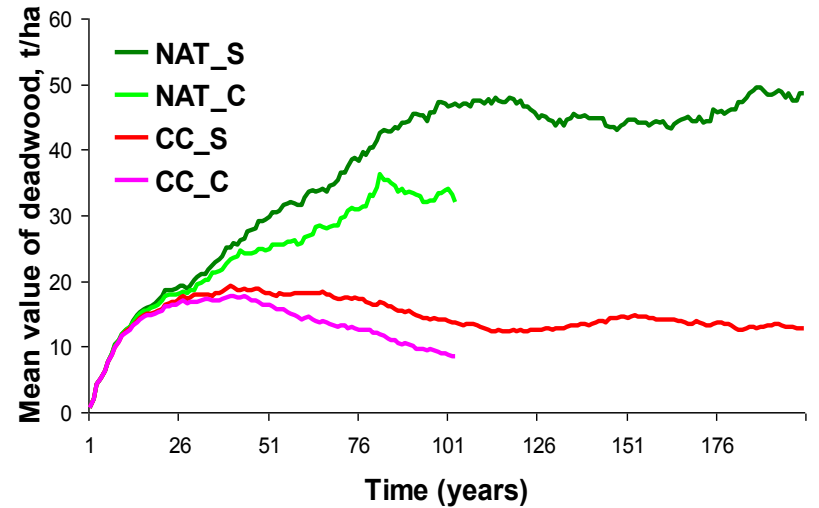
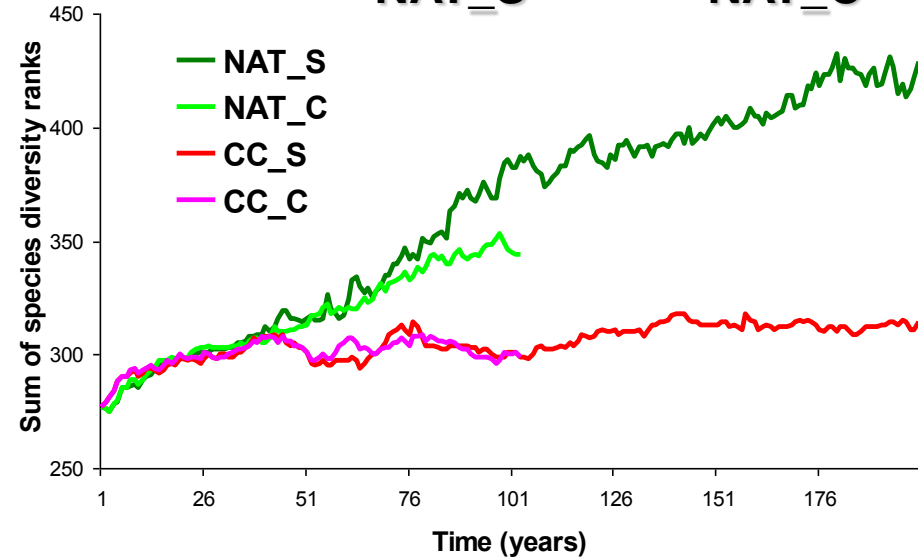
**Begin**

**Reserve  
stationary  
NAT\_S**

**Reserve  
Climate Change  
NAT\_C**

**Clear cutting  
stationary  
CC\_S**

**Clear Cutting  
Climate Change  
CC\_C**



## Результаты в рамках мероприятий 4.2.1 и 4.2.2

- Калибровка и верификация моделей
- Базы данных по литературным и полевым геоботаническим и лесотаксационным описаниям для модельных территорий
- Анализ баз данных модельных территорий, описания разнообразия растительности и основных функциональных групп видов растений
- Вероятностные модели входных данных и откликов на внешние воздействия, встраиваемые в имитационную модель динамики разнообразия лесного напочвенного покрова для модельных территорий
- Разработка блока моделирования динамики разнообразия растительности на ландшафтном уровне
- Пакеты сценариев, модельные прогнозы, анализ индикаторов экосистемного и видового разнообразия

## Научная тема 4.2.

# Развитие методов моделирования лесного биологического разнообразия

### Мероприятие 4.2.3.

- Создание алгоритмов для проведения расчетов на суперкомпьютере для имитационного моделирования динамики биоразнообразия лесной растительности с учетом пространственной неоднородности территории при различных сценариях ведения лесного хозяйства и глобального изменения климата



**K-100**

## Вычислительные ресурсы

### Аппаратные средства

- Вычислительный комплекс [rsc4](#)
- Экспериментальный гибридный вычислительный комплекс [MBC-Экспресс](#)
- Гибридный вычислительный комплекс [K-100](#)
- Гибридный вычислительный комплекс [K-10](#)

### Программное обеспечение <sup>1</sup>

- Операционные системы Linux на всех вычислительных узлах и управляющих машинах.
- Система Управления Прохождением Пользовательских Задач (СУППЗ).
- Системы распараллеливания [MPI](#), [SHMEM](#), [OpenMP](#), [DVM](#), [CUDA](#).
- Компиляторы C/C++, Fortran.
- Сервер удаленного доступа по протоколам SSH/SCP.



- Главная
- Вычислительные ресурсы
- С чего начать
- Вопросы - ответы

- Документация
- Исследования
- Контакты

ВК	Архитектура	Коммуникационная среда межпроцессорного обмена
<a href="#">rsc4</a>	вычислительный кластер	Myrinet
<a href="#">MBC-Экспресс</a>	гибридный вычислительный кластер	MBC-Экспресс
<a href="#">K-100</a>	гибридный вычислительный кластер	MBC-Экспресс, Infiniband
K-10	гибридный вычислительный кластер	MBC-Экспресс



Таблица 2

<a href="#">MBC-Экспресс</a>	CPU AMD Opteron 2382		GPU NVidia GeForce 285GTX <sup>3</sup>		дисковая память, ТБайт	
	на узле	всего	на узле	всего	на узле	на файловом сервере
Процессорных ядер	7	56	240	1120	0,2	1,8 <sup>5</sup>
Память RAM, ГБайт	16	112	1	8		

Таблица 3

<a href="#">K-100</a>	CPU Intel Xeon X5670		GPU NVidia Fermi C2050 <sup>4</sup>		дисковая память, ТБайт	
	на узле	всего	на узле	всего	на узле	на системе хранения данных
Процессорных ядер	11	704	3x448	86016	0,5	22 <sup>5</sup> + 218 <sup>6</sup>
Память RAM, ГБайт	96	6144	3x2,5	480		

Вычислительный кластер ПНЦ РАН на базе ИМПБ РАН (2013 г.)

Пиковая производительность суперкомпьютера ИПМ РАН – 107,9 Тфлопс (2011 г.)

## Результаты в рамках мероприятия 4.2.3.

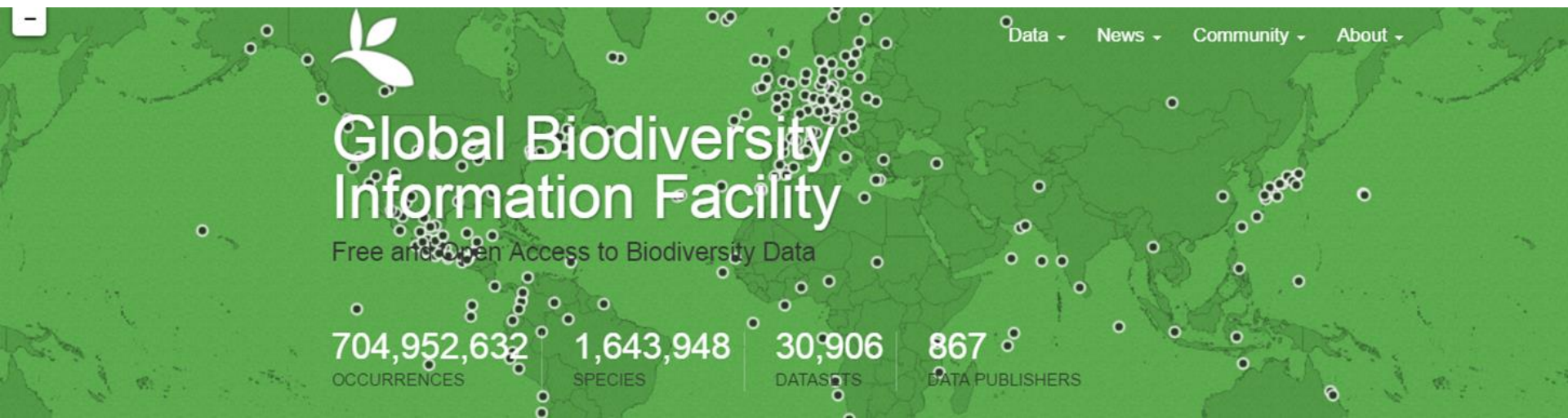
- Параллельные алгоритмы и статистические методы для анализа структуры растительности на основе "больших данных"
- Алгоритмы и предварительные результаты прогнозного моделирования динамики биоразнообразия лесных экосистем на суперкомпьютере при различных сценариях внешних воздействий для лесов на модельных территориях.

# Научная тема 4.2.

## Развитие методов моделирования лесного биологического разнообразия

### Мероприятие 4.2.4.

- Создание и сопровождение деятельности российского портала Глобальной Информационной Системы по Биоразнообразию GBIF, осуществляющей быстрый доступ к распределенным данным

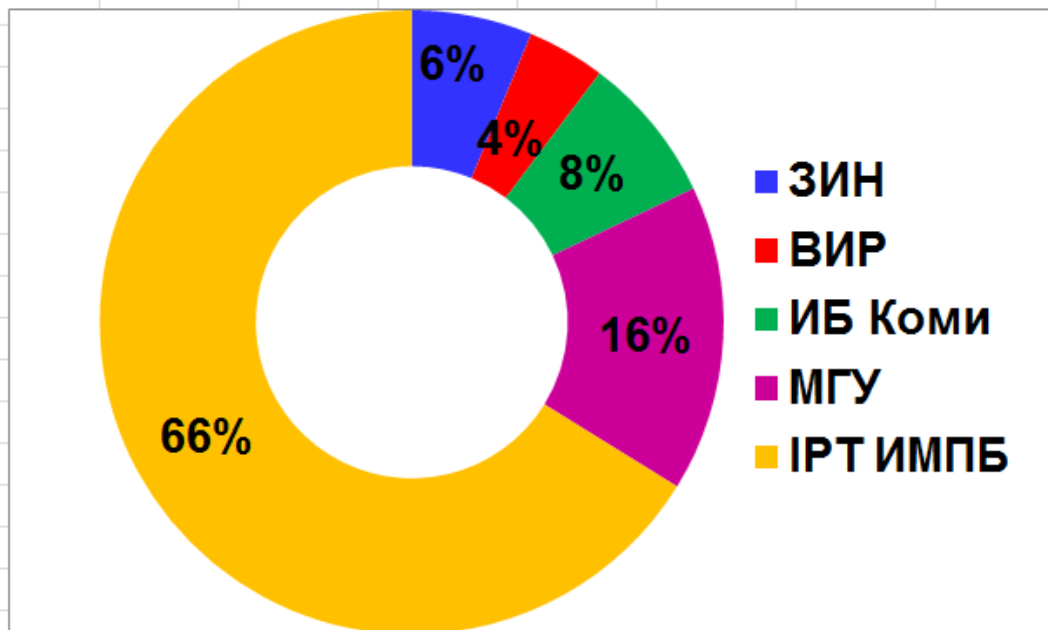


# Global Biodiversity Information Facility

- Международная инфраструктура открытых данных по биоразнообразию (54 страны-участницы, 867 организаций)
- Крупнейший в мире ресурс открытых данных по биоразнообразию (704 952 632 находки 1 643 948 видов)
- Электронная публикация данных в соответствии с едиными стандартами с присвоением DOI

# Российские данные в GBIF

На начало 2017 года опубликовано 142 522 находки (19 наборов данных), которые охватывают территорию 103 стран мира. В GBIF зарегистрировано 12 российских научных организаций



The screenshot displays the GBIF website interface for the 'Amphibians of the Former USSR' dataset. The top navigation bar includes 'Data', 'News', 'Community', and 'About'. The dataset title is 'Amphibians of the Former USSR' with 52,474 occurrences. The 'Summary' section provides metadata: Full Title, Description, Purpose, Additional Information, Temporal Coverages, Language of Metadata, Language of Data, Originator, Metadata Author, Administrative Contact, and Hosted By. A text overlay on the right side of the screenshot reads: 'Набор данных «Амфибии СССР», опубликованный ИПЭЭ РАН через IPT ИМПБ РАН на портале gbif.org'. The bottom section shows a map with 52,246 georeferenced data points and a sidebar with 'View Records' and 'Description' options.



# Российский сайт Глобальной Информационной Системы по Биоразнообразию - GBIF



## Новости

### Новые публикации

Лаврова Н.В., Шапкин М.Р. Biodiversity Databases in Russia: Towards a National Portal // Arctic Science. doi: 10.1139/AS-2016-0050 (in print)  
Seregin A.P. Making the Russian flora visible: Fast digitisation of the Moscow University Herbarium (MV) in 2015 // Ташк. 2016. Vol. 65. № 1. P. 205–207.  
Сергеев А.П., Валадина Т.П., Гилмова Н.С., Лудова К.В., Шеедчикова Н.К. Гербарий Московского университета (MV) в 2015 году: первый год новой эры // Флористические исследования в Средней России: 2010–2015: Материалы VIII науч. совещ. по флоре Средней России (Москва, 20–21 мая 2016 г.) / Под ред. А.В. Шербакова. М., 2016. С. 94–97.

### Глобальная информационная система по биоразнообразию GBIF

GBIF (gbif.org) организована в 2001 г. как научная инфраструктура, обобщающая данные биологических коллекций и прочих источников информации и выполняющая функции поддержки международных биологических конвенций. В настоящее время GBIF является крупнейшим в мире ресурсом открытых данных по биоразнообразию, содержащим сведения о 653 796 орг. находках 1 643 699 видов (по состоянию на июль 2016). В настоящее время GBIF публикует данные о находках видов, региональные и глобальные списки видов (Checklists) и метаданные (Metadata), а также результаты стандартных учетов и обследований на пробных площадях (Sample-based data). Большинство опубликованных данных (около 88%) имеют точечную географическую привязку (широта / долгота). Система GBIF является агрегатором данных из разнообразных источников и предоставляет онлайн платформу для свободного доступа к объединенному массиву данных. Электронная публикация данных осуществляется организациями, зарегистрированными в сети GBIF. Каждый набор данных (Dataset), опубликованный через портал GBIF.org получает уникальный идентификатор цифрового объекта (DOI), и напрямую связан с авторами набора данных и веб-страницей публикующей организации. Все опубликованные данные соответствуют международному стандарту описания данных о биоразнообразии Darwin Core. Структура GBIF представляет собой сеть взаимосвязанных национальных порталов («узлов» или Nodes) и отдельных институтов. Для «узловок» данных в стандарт Darwin Core и публикации в сети GBIF.org используется специальный онлайн инструмент Integrated Publishing Toolkit (IPT). Как правило, в каждой стране-участнице GBIF находится один или несколько узлов с установленным на нём IPT, объединяющих публикующие данные организации.

Инструкции для организаций, желающих публиковать данные о на глобальном портале [ЗДЕСЬ](#)

### Набор презентаций, посвященных контролю качества данных

Chapman, A.D. (2007). Training material for "In-situ Conservation of Crop Wild Relatives through Enhanced Management and Field Application" Tashkent, Uzbekistan, 3-9 November 2007, Institute of Genetics and Plant Experimental Biology, Tashkent and Biodiversity International, Rome. Translated by Svetlana Kim.

Принципы качества данных

Таксономические и номенклатурные данные

Географическая привязка

# Российский портал GBIF

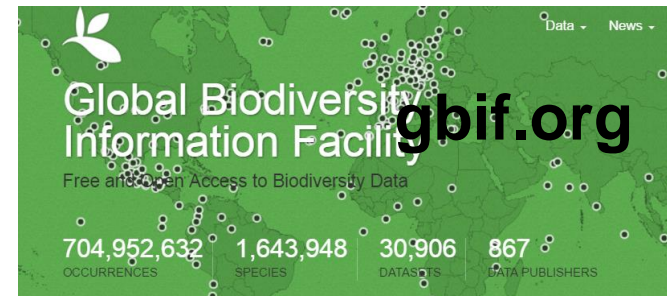


## ИРТ-инсталляция ИМПБ



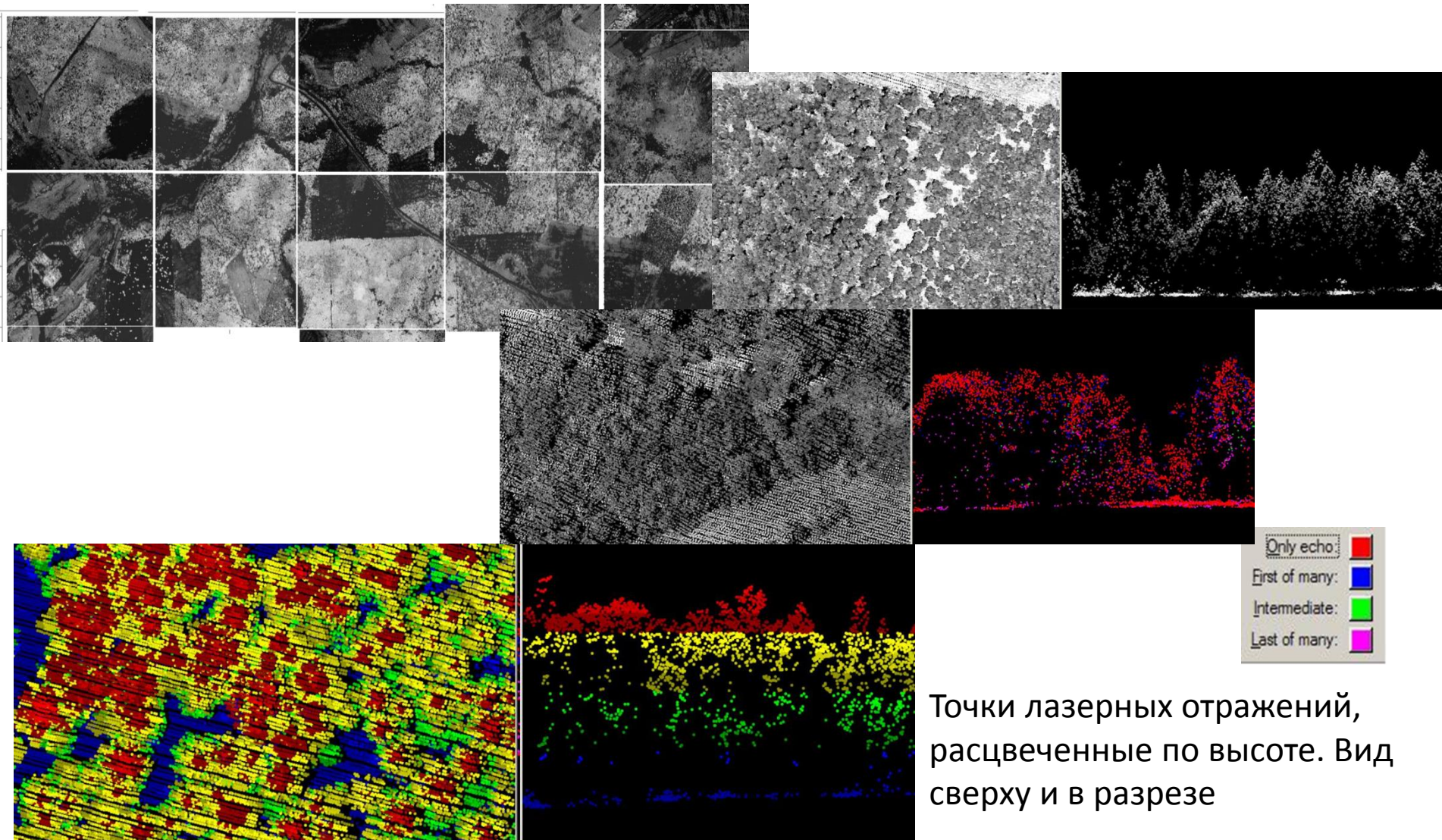
## Результаты в рамках мероприятия 4.2.4.

- Концепция российского портала GBIF
- Запуск и сопровождение российского портала Глобальной информационной системы по биоразнообразию



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

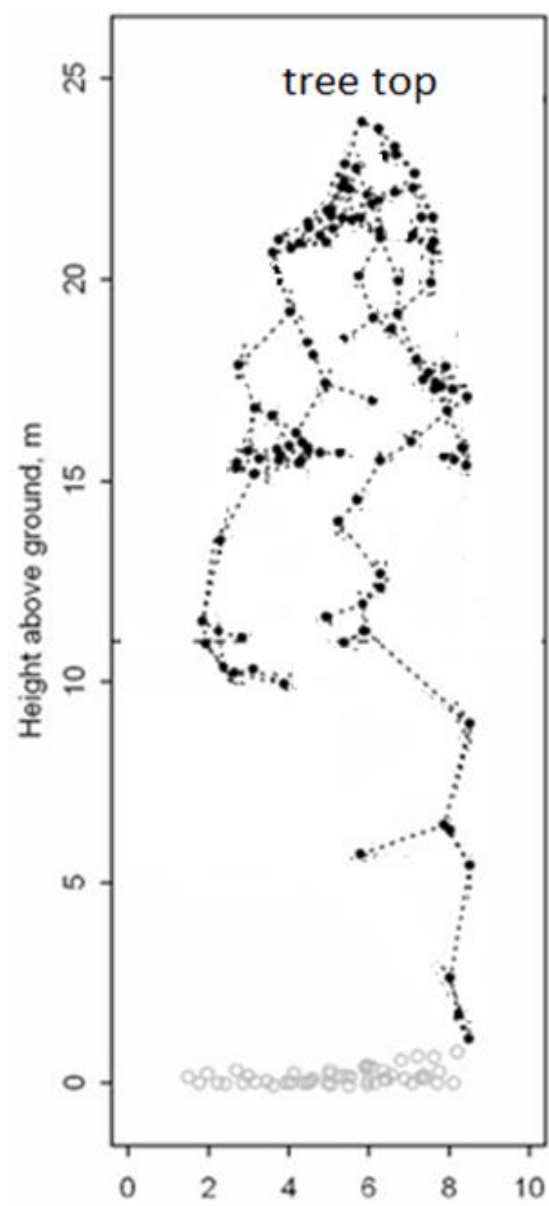
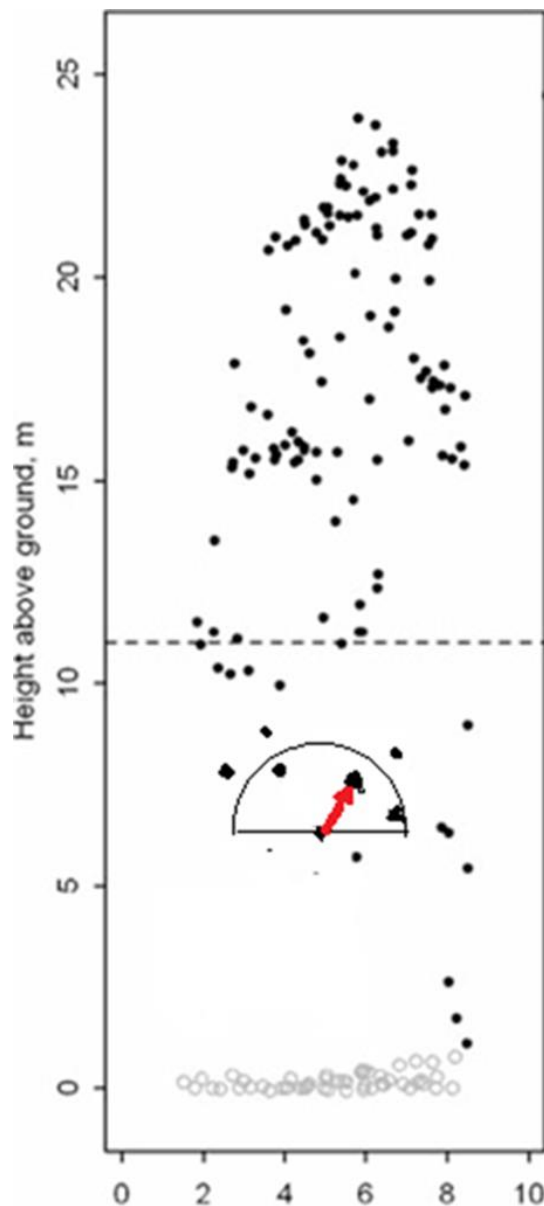
# АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЯ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



Точки лазерных отражений, расцветенные по высоте. Вид сверху и в разрезе

# Алгоритм поиска вершин деревьев

Предложенный алгоритм строит набор несвязанных ориентированных графов на множестве  $U$  всех заданных точек, находя ближайшую к рассматриваемой точке  $u_i=(x_i, y_i, z_i)$  точку  $u_j=(x_j, y_j, z_j)$  из полупространства в  $R^3$ , ограниченного снизу плоскостью  $z = z_i$ , с условием на расстояние между точками  $\|u_j - u_i\| < r$ , где  $r$  – заданный скалярный параметр



# Ecological Applications

- Assessing Biodiversity
- Assessing Dead Wood
- Estimation of Canopy Cover, Gap Fraction and Leaf Area Index
- Canopy Gap Detection
- Analysis of Tree Location Spatial Patterns
- Applications in Forest Fire Protection

*Stochastic Geometry based methods*

## Hosted resources available through this IPT

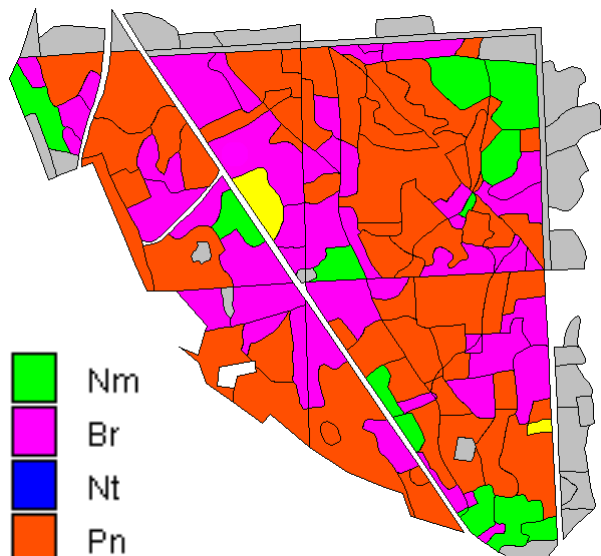
Filter:

Logo	Name	Organisation	Type	Subtype	Records	Last modified	Last publication	Next publication
--	<a href="#">Collection of brackish fishes from the</a>	Not registered	Occurrence	Specimen	6	2016-03-	2016-03-22	--

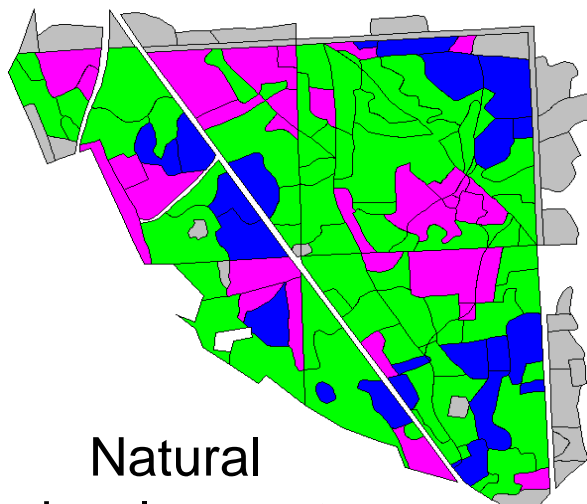
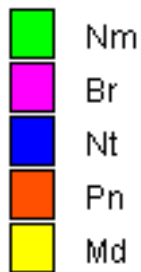
- ❖ Институт математических проблем биологии – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша (Пущино)
- ❖ Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина РАН (Кировск)
- ❖ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (Москва)
- ❖ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения (Пущино)
- ❖ Приокско-Тerrasный биосферный заповедник им. М. Заболоцкого (Данки)
- ❖ Академия наук республики Узбекистан, Институт изучения генофонда растений и животных (Ташкент)

# Динамика функциональных групп видов

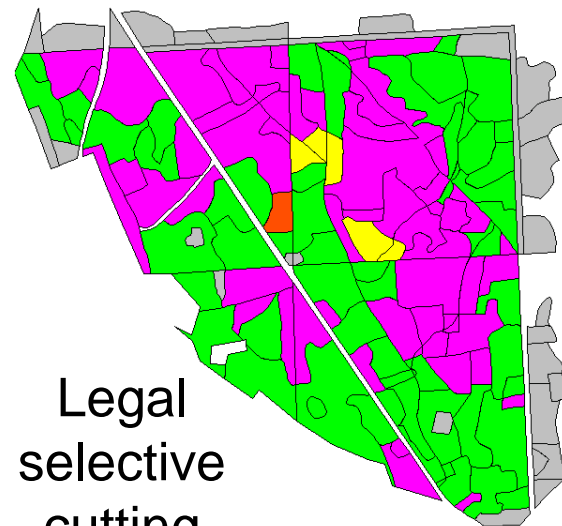
200-year dynamics



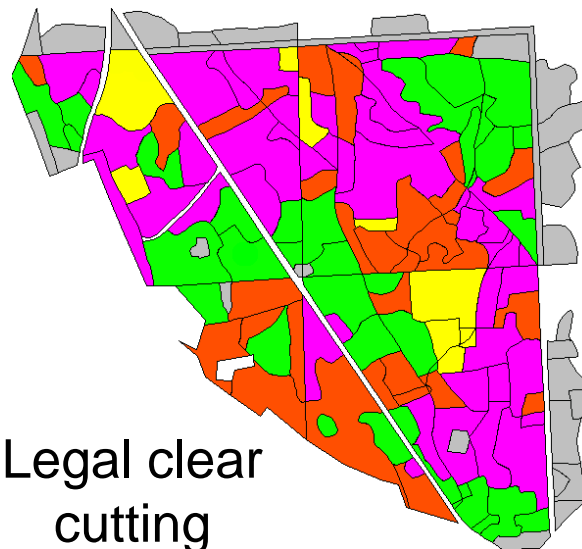
The beginning



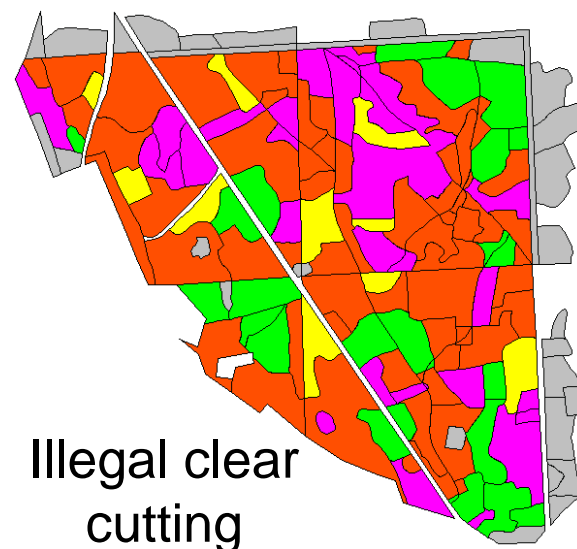
Natural development



Legal selective cutting

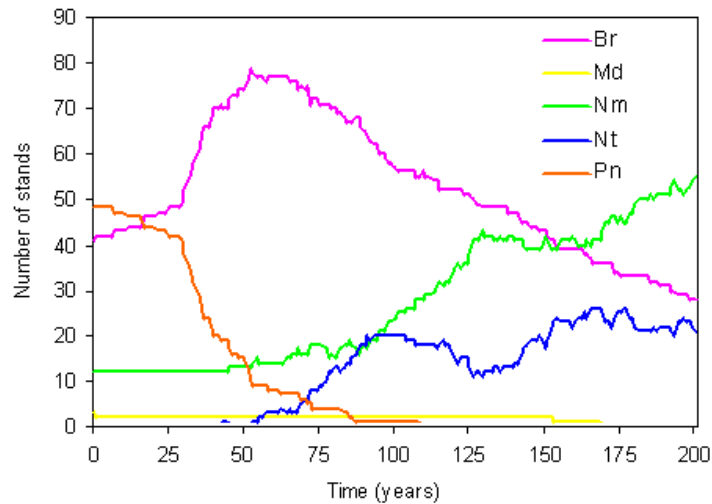


Legal clear cutting

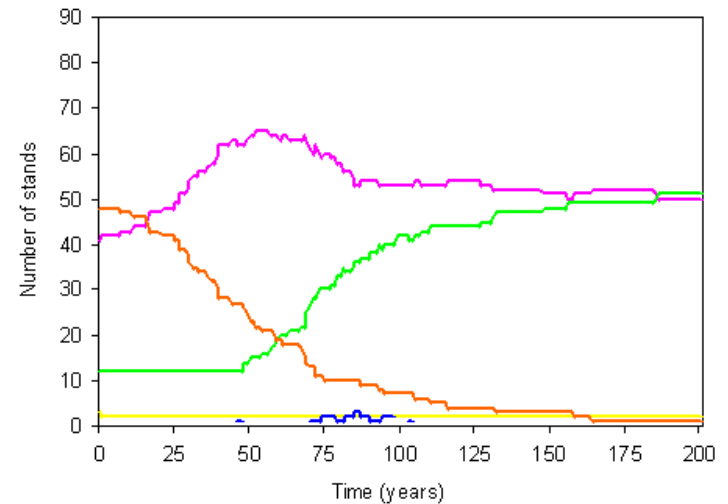


Illegal clear cutting

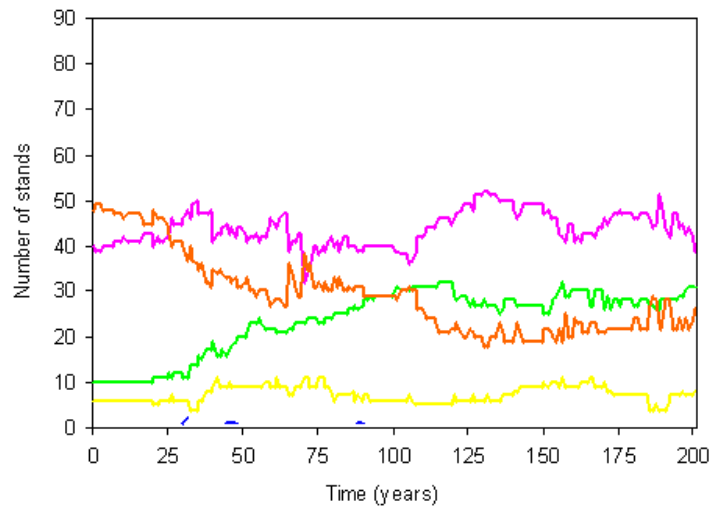
## Natural development



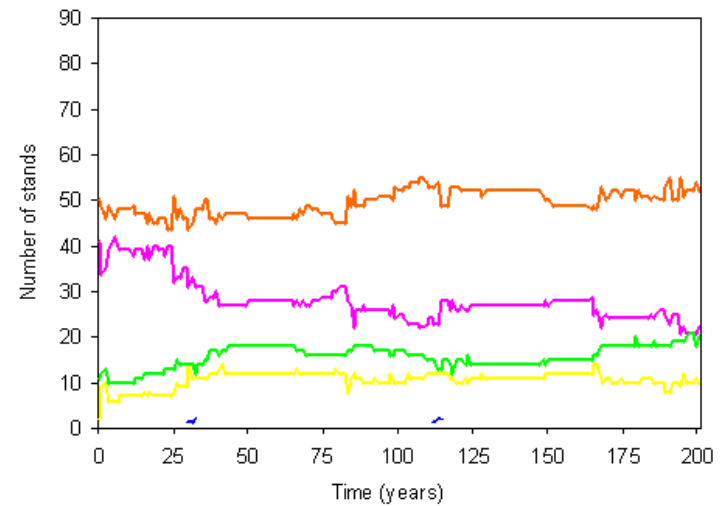
## Legal selective cuttings



## Legal clear cutting

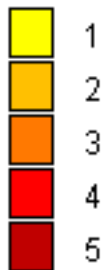
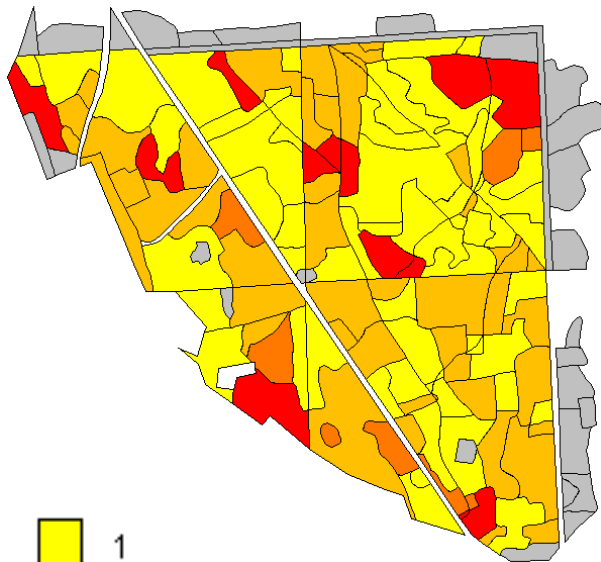
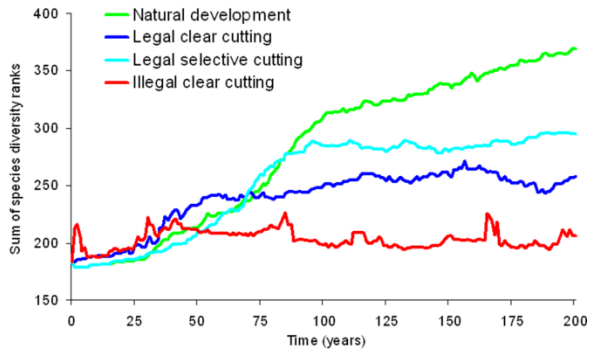


## Illegal clear cutting

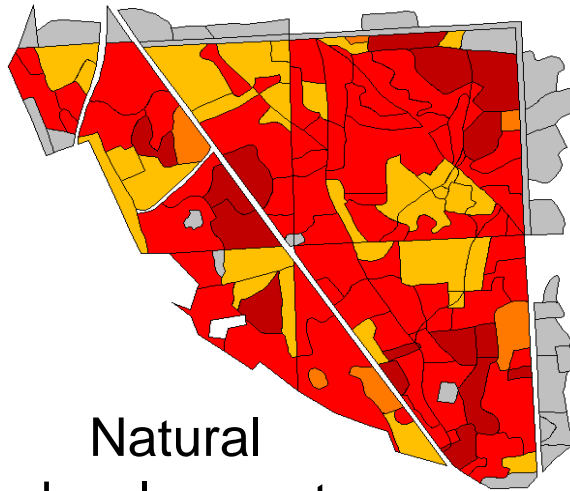




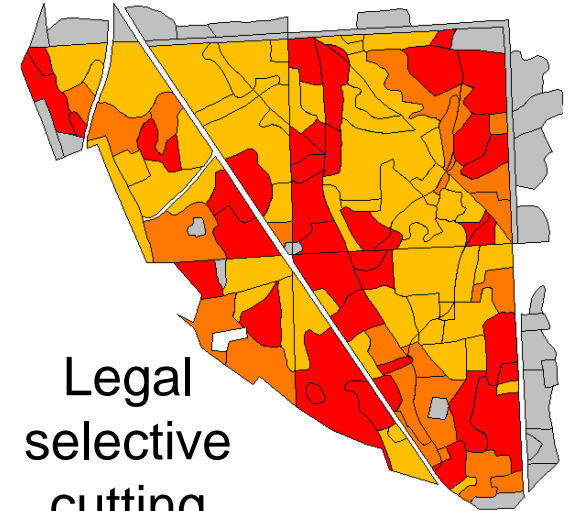
# Динамика разнообразия



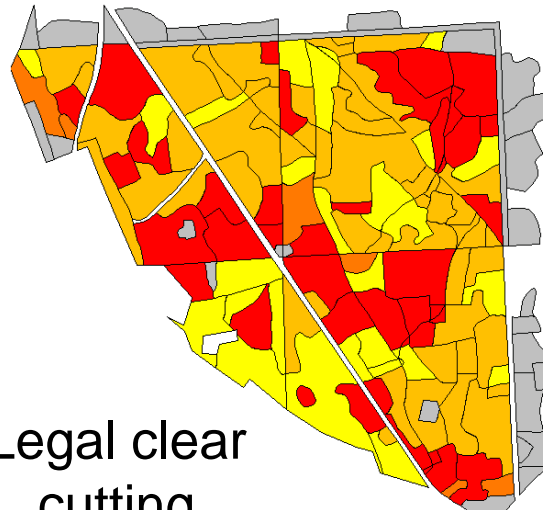
The beginning



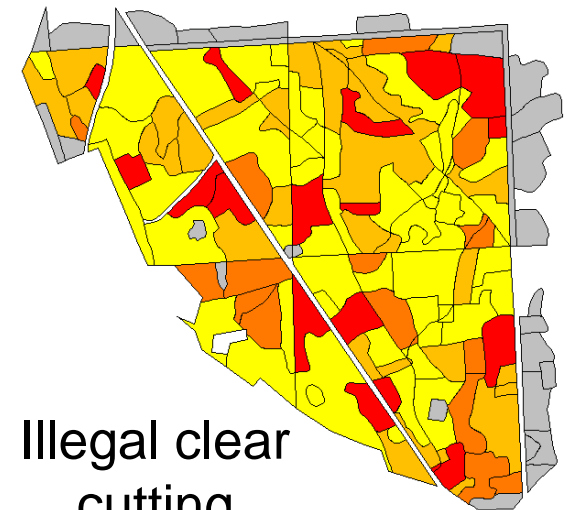
Natural development



Legal selective cutting

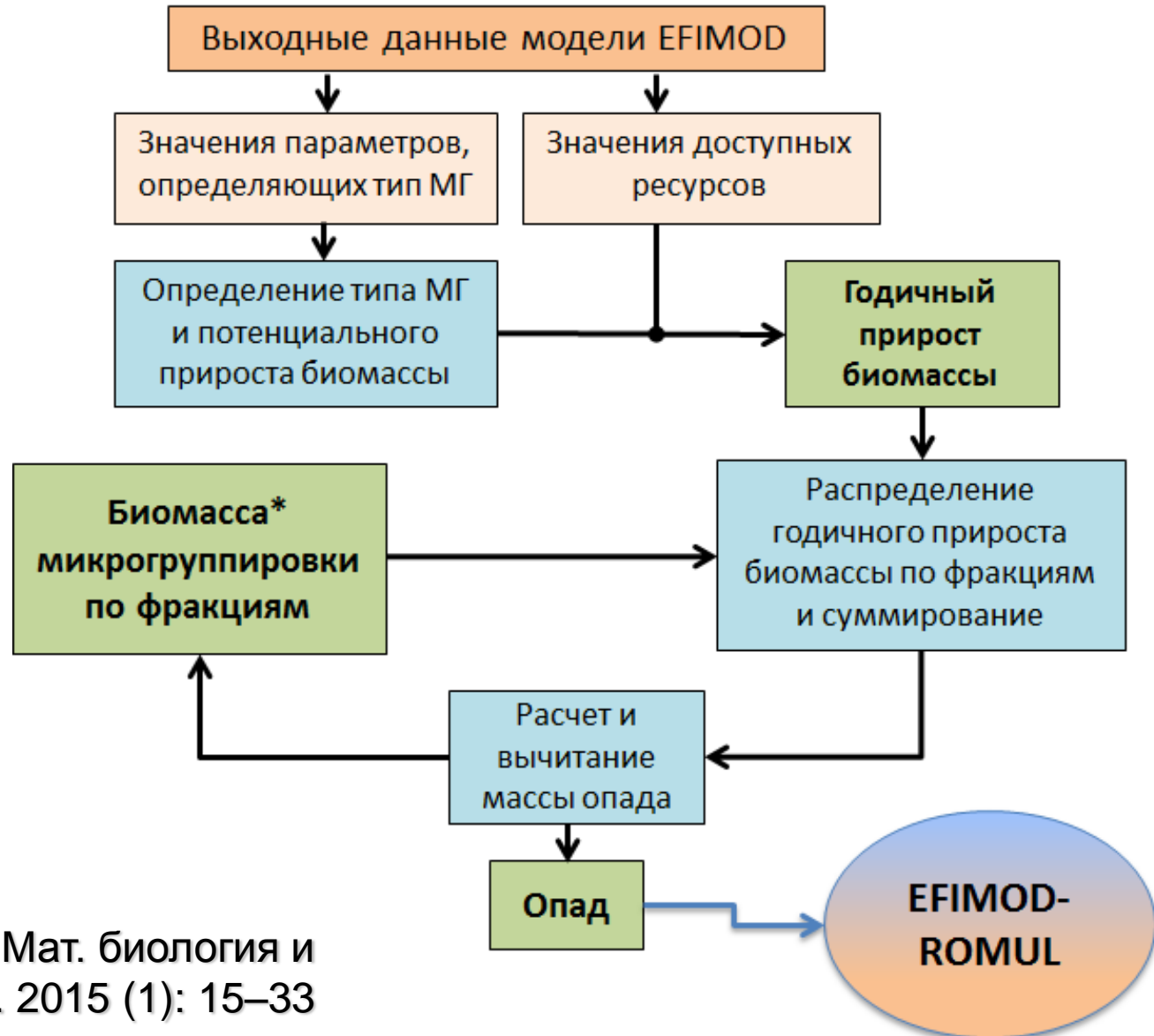


Legal clear cutting



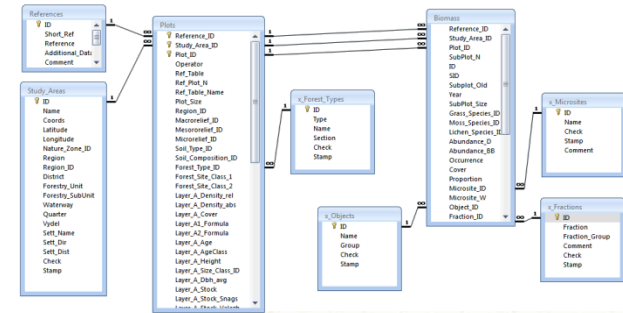
Illegal clear cutting

# Разработка модели почвенного покрова FGV в рамках модели EFIMOD



# База данных по биомассе компонентов живого напочвенного покрова и ее анализ

Источники данных - научные публикации и оригинальные полевые исследования.  
 Более 500 площадок, около 3000 измерений



Главная кнопочная форма

## Живой напочвенный покров

Работать с источниками  
 Работать с местами  
 Работать с биомассой  
 Завершать работу

Версия: 0.1  
 Дата: 09.04.2012

Площадки

Общая информация

Исследования

Исследователь: А.С. Хакина

Место исследования

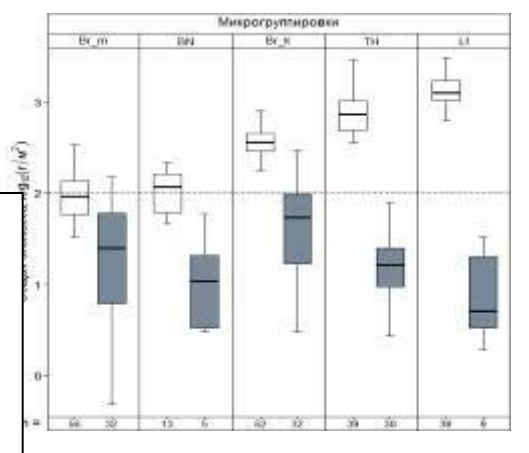
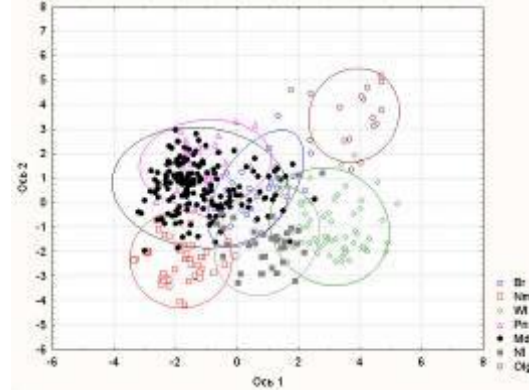
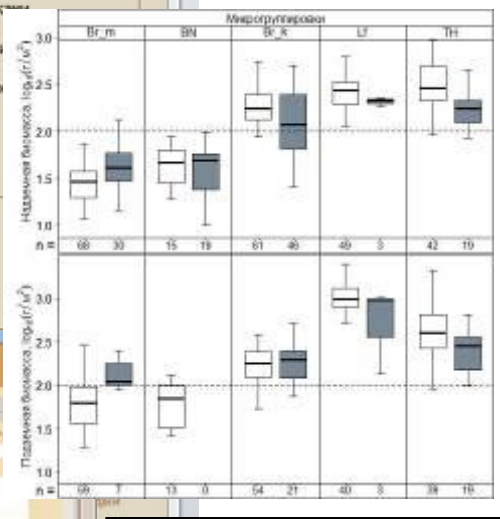
Описание

Часть напочв. покр.: трава

Плотность: 0.21 т/га

Часть напочв. покр.: трава

Плотность: 1.1 т/га



УДК: 519.27:514.4

**Функциональные группы видов и микрогруппировки лесного напочвенного покрова для моделирования его динамики**

© 2015 Хакина Л.Г., Боровский М.В., Сырнов В.Э., Грозовская И.С., Романов М.С., Лукина Н.В., Исаева Л.Г.

Институт математических проблем биологии, Российская академия наук, Пушкино, Московская область, 142280, Россия

Институт физико-химической и биологической проблем геохимии, Российская академия наук, Пушкино, Московская область, 142290, Россия

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Российская академия наук, Москва, 117997, Россия

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НИЦ, Российская академия наук, Апатиты, 184209, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОДЛЕЖАЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ВИДОВ И МИКРОГРУППИРОВКИ ЛЕСНОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

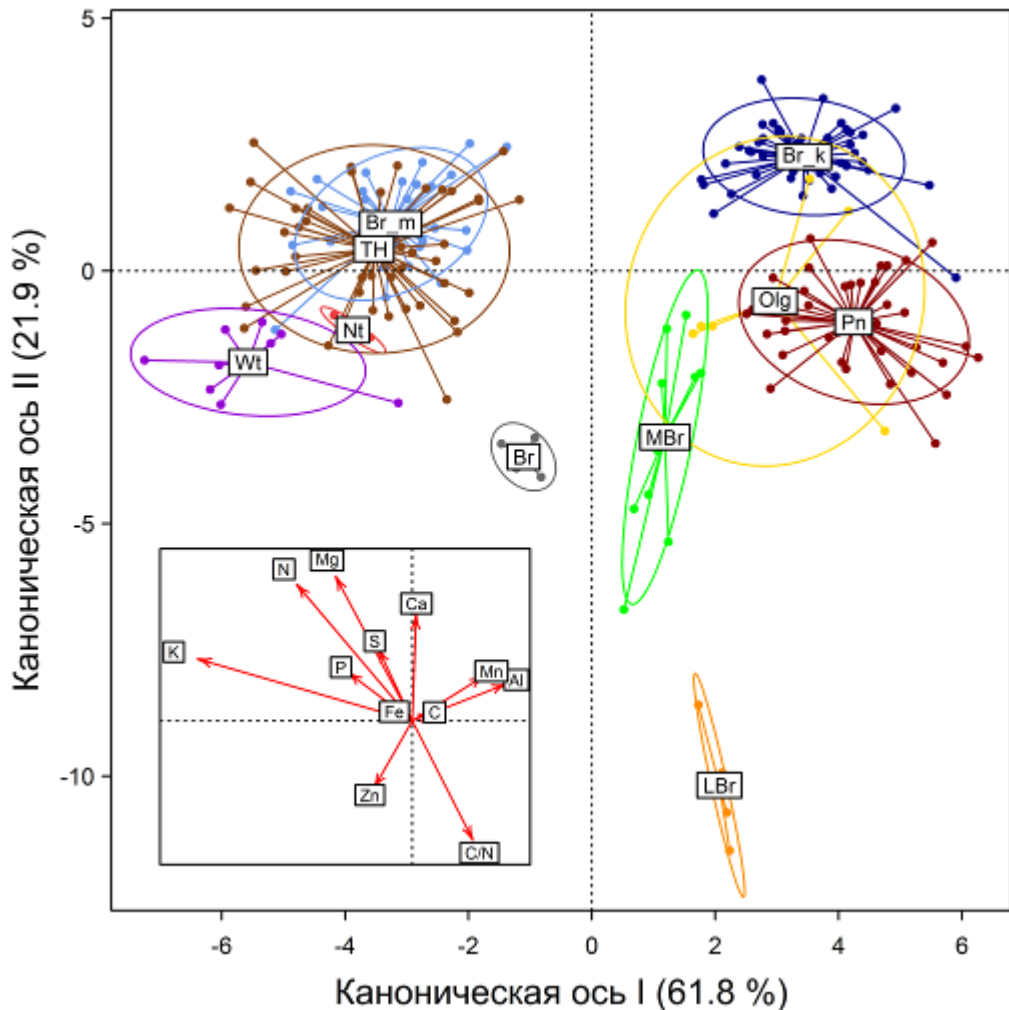
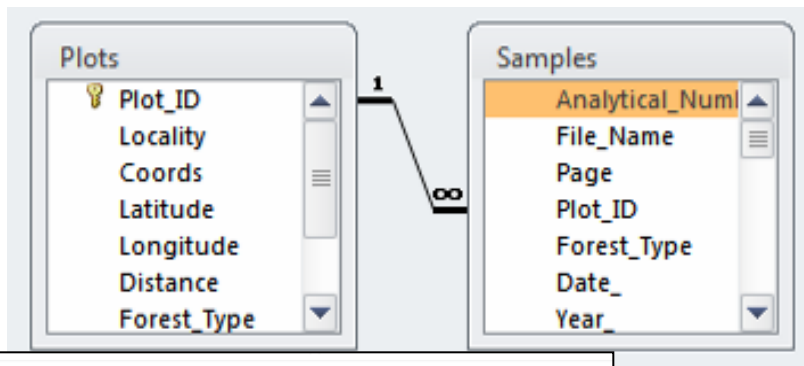
С. Грозовская, В.Э. Сырнов, М.В. Боровский

Аннотация: В работе рассматривается проблема моделирования динамики лесного напочвенного покрова с учетом функциональных групп видов и микрогруппировки. В качестве модели используется система обыкновенных дифференциальных уравнений. Проведен анализ устойчивости системы и ее динамики. Показано, что система имеет несколько точек равновесия, одна из которых является устойчивой. Проведен анализ влияния параметров системы на динамику напочвенного покрова.

# База данных по содержанию химических элементов в живом напочвенном покрове

Площадки: 10-95 Место: Хибинь

Sample	Date	K	Ca	Mg	P	S	Fe	C	N	Br	Al	Si
greenwood	1985	1105.79	21	11.52	0.42	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
redwood	1985	1105.79	21	11.52	0.42	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
yellow	1985	1105.79	21	11.52	0.42	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1



УДК: 519.237.574.4

Функциональные группы видов и микрогруппировки лесного напочвенного покрова для моделирования его динамики

© 2015 Ханина Л.Г.<sup>1</sup>, Бобровский М.В.<sup>2,3</sup>, Смирнов В.Э.<sup>4</sup>, Грозовская И.С.<sup>2</sup>, Романов М.С.<sup>1</sup>, Лукина Н.В.<sup>3</sup>, Исаева Л.Г.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт математических проблем биологии, Российская академия наук, Пушчино, Московская область, 142290, Россия

<sup>2</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, Российская академия наук, Пушкино, Московская область, 142290, Россия

<sup>3</sup>Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Российская академия наук, Москва, 117997, Россия

<sup>4</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ, Российская академия наук, Апатиты, 184209, Россия

Положение 10 функциональных групп видов растений в первых двух осях ЛДА