# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ О РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Рогова Т.В.
Казанский (Прволжский) федеральный университет, г. Казань,
Tatiana.Rogova@ksu.ru

# Определение

- Экологический мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды
- Виды мониторинга – глобальный, региональный, экологический, биологический и др.

# Объекты мониторинга

- Особи – генетические, биохимические и физиологические показатели, анатомические и морфологические признаки, поведенческие реакции организмов на изменение окружающей среды
- Биотестирование и биоиндикация

# Объекты мониторинга

- Популяции – возрастная и пространственная структура, жизненное состояние, репродуктивное усилие и пр.
- Сообщества - видовой состав, пространственная структура, продуктивность и пр.

# Региональный мониторинг

- Рассмотрим возможные пути организации процесса мониторинга на ландшафтном уровне, используя в качестве объектов наблюдения видовой состав растительного покрова.

# Объект мониторинга - флора

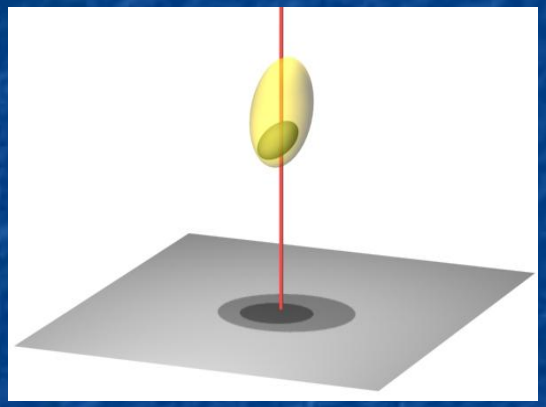
- Флоры отдельных территорий (конкретные, локальные, парциальные и др.) не самый удачный объект для оперативного мониторинга
- Выявление всего видового состава флор требует годы наблюдений, что представляет объективные трудности

# Объект мониторинга видовой состав растительности

- Концепция пула видов, строящаяся на фундаментальном положении об экологической индивидуальности видов и стохастическом характере их ассоциированности средой обитания в сообщества.
- Такой подход позволяет применять большой арсенал современных математических и статистических методов, моделирование и выполнять пространственный анализ в структуре ГИС.

# Spatial biodiversity heterogeneity

Realized species niche in environmental superspace (из Hirzel et al., 2002)



Spatial biodiversity heterogeneity

Geographical space

Time space

Biotic space

Ecological factors space

Anisotropy of habitat space

Anthropogenic impact

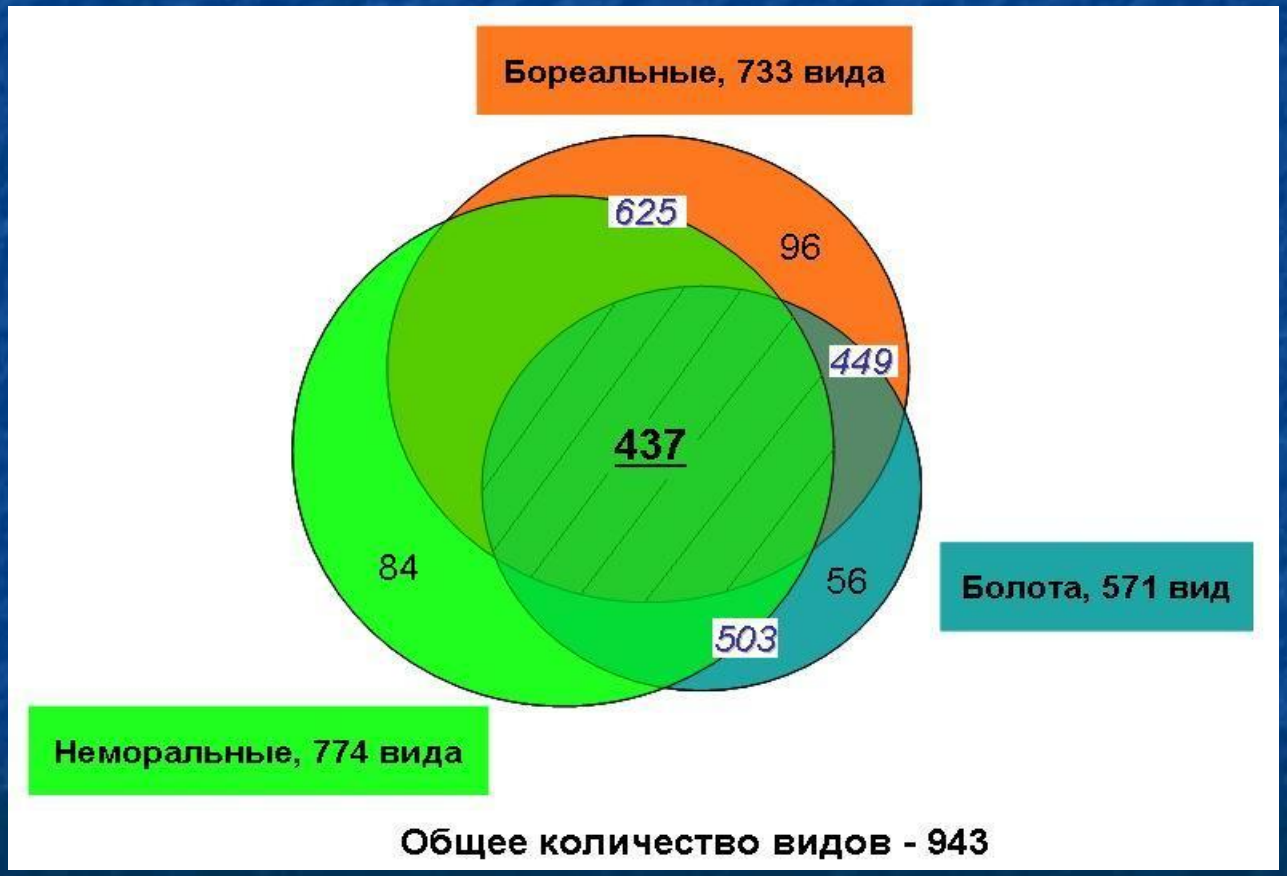
# Species Composition Probabilistic Model of Vegetation Cover

Probabilistic approach based on:

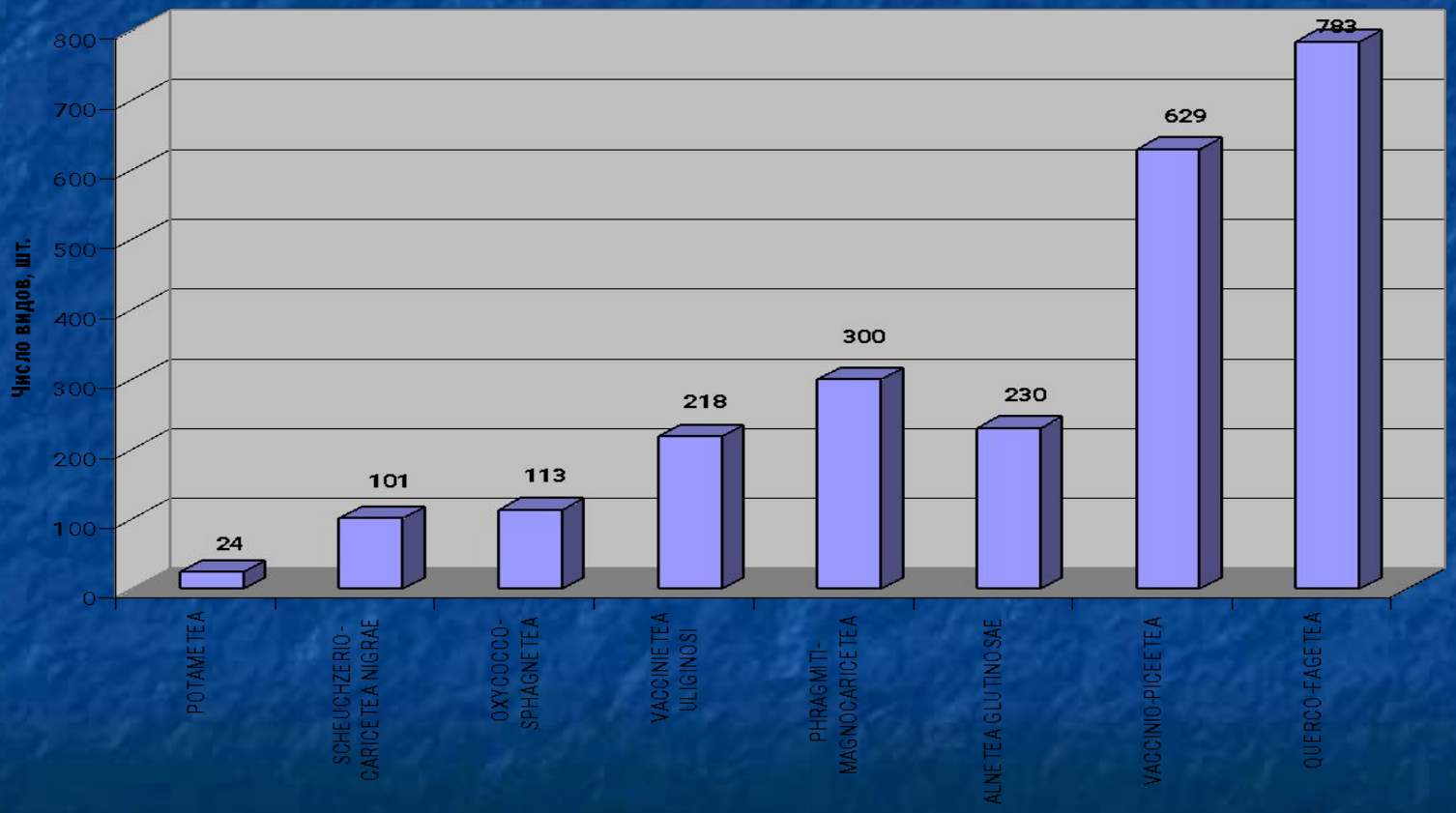
- Stable state of flora composition according to the species pool concept (Abbott, 1977; Abbott, Black, 1980; Van der Maarel, 1997; Ewald, 2002)
- Species ecological individuality hypothesis (Ramenskiy, 1938; Witteker, 1980)
- Stochastic species distribution on vegetation continuum as a reaction on environmental gradients

# Ecosystem diversity

# Размеры пулов видов и их перекрывание.



# Размер актуальных пулов видов классов эколого-флористической классификации



# Технология мониторинговых наблюдений

- Определившись с объектом мониторинговых исследований, крайне важно также выделить фиксируемые параметры и систему накопления данных для целей ретроспективных и перспективных долгосрочных прогнозов.

# Этапы мониторинга

- **1. Этап наблюдений** - определение состояния системы, текущих значений характеристик растительного покрова, условий обитания и антропогенной нагрузки на обследуемую территорию;
- **2. Этап оценки -** ретроспективная оценка растительного покрова, восстановление картины его исходного состояния, когда факторы, имеющие место в настоящее время, не оказывали существенного влияния на растительный покров;
- **3. Этап прогноза -** с учетом выявленных особенностей оценка степени дигрессии растительного покрова и его восстановительного потенциала, в соответствии с которым дать прогноз основных направлений динамики растительности.

# Анализ регионального биоразнообразия

**<u>Данные</u> имеют координатную привязку и дату сбора**

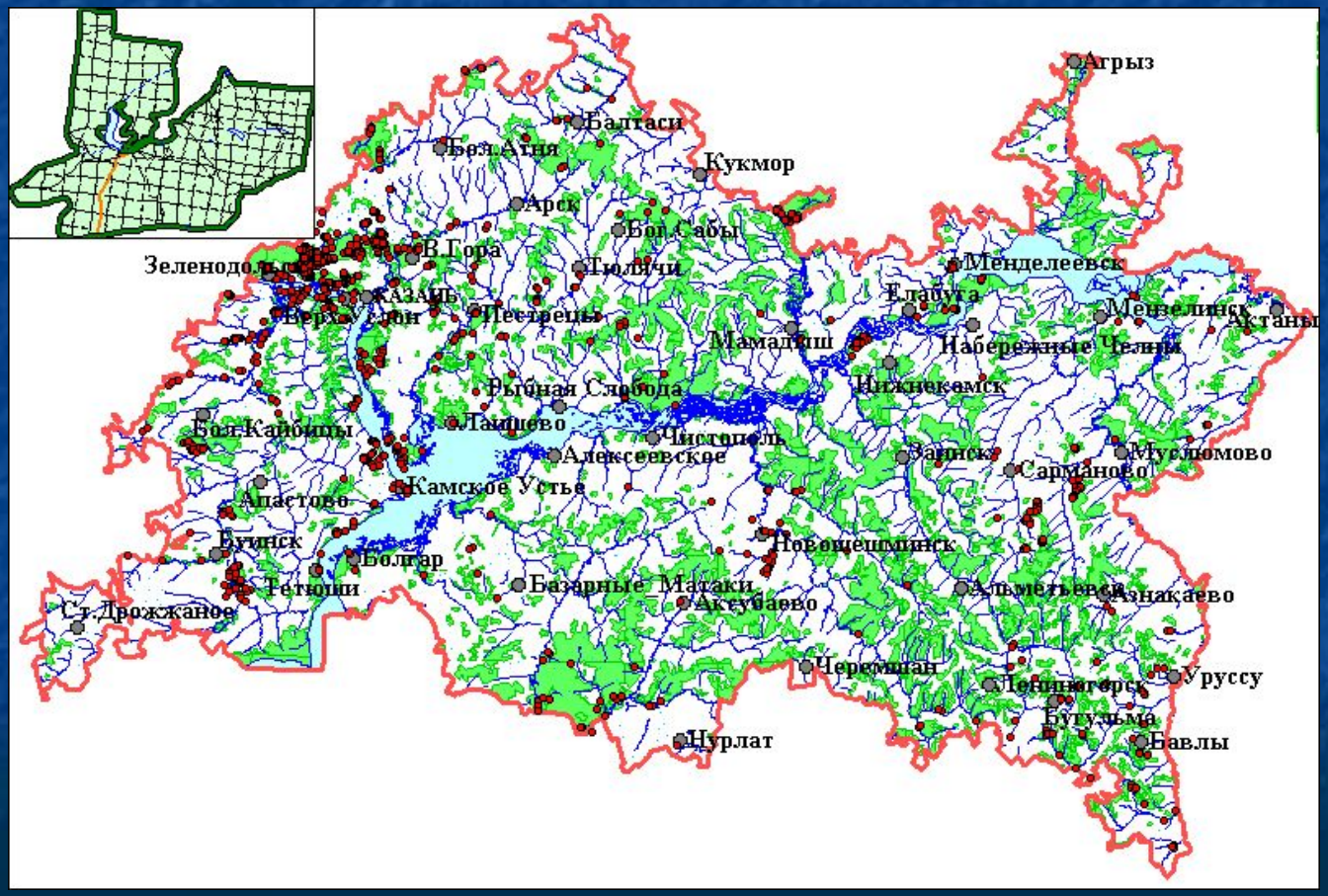
**Могут быть использованы для построения серии карт встреч отдельных видов в динамике**

**С применением вероятностных моделей могут быть использованы для построения прогнозных карт**

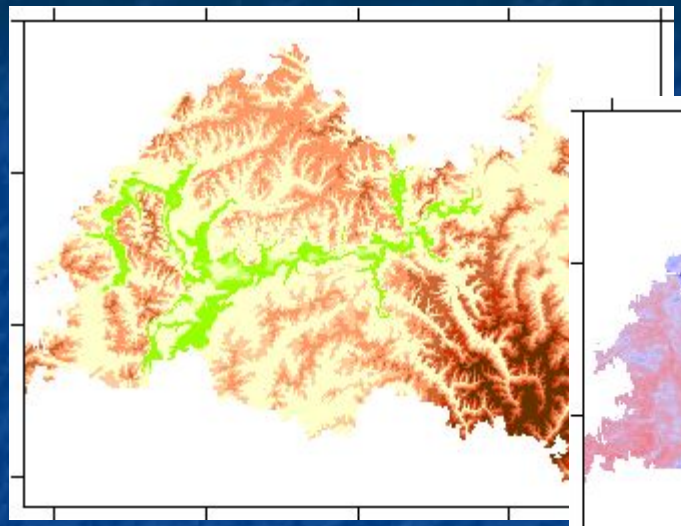
# Анализ регионального биоразнообразия

Региональный уровень накопления информации (М 1:200 000)

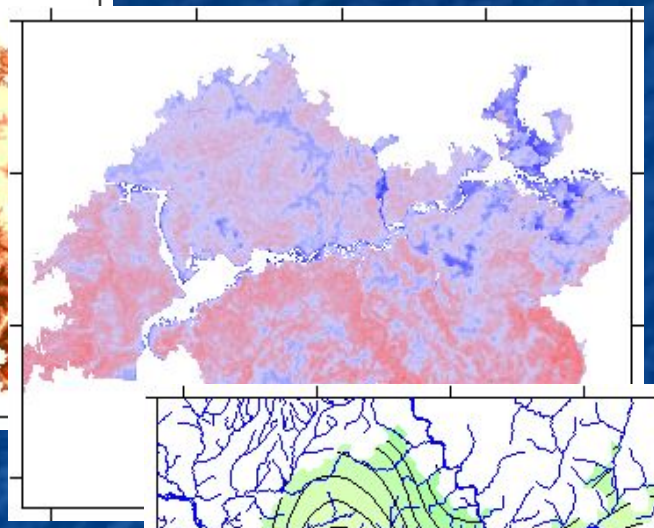
Топологический (локальный) уровень накопления информации (М 1:50000-1:25000 и крупнее), Раифа



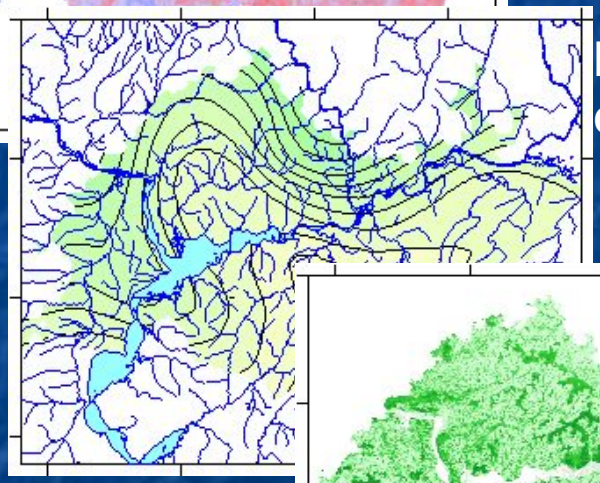
# Environmental information at regional level (Tatarstan)



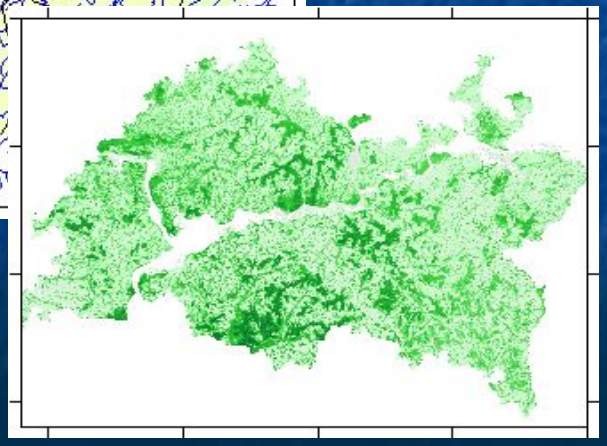
Absolute altitude



Earth surface temperature (may)



Hydrotermic coefficient



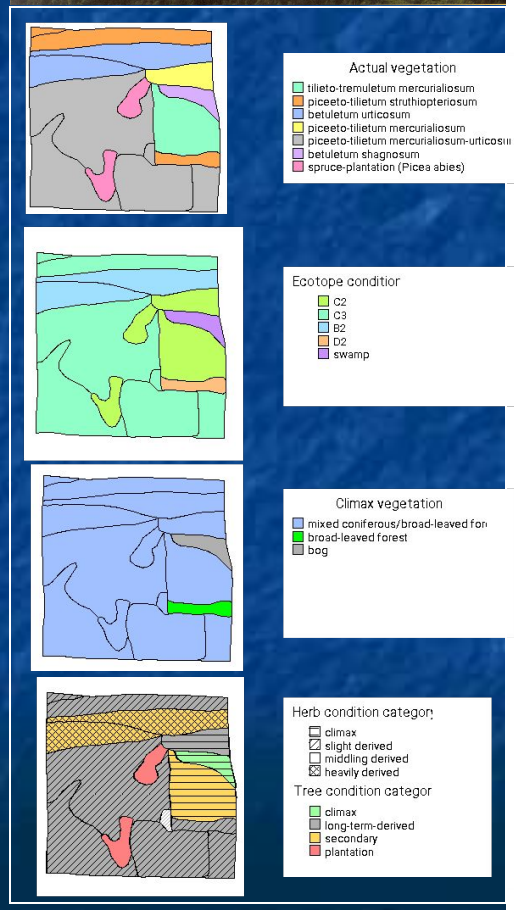
NDVI (may)

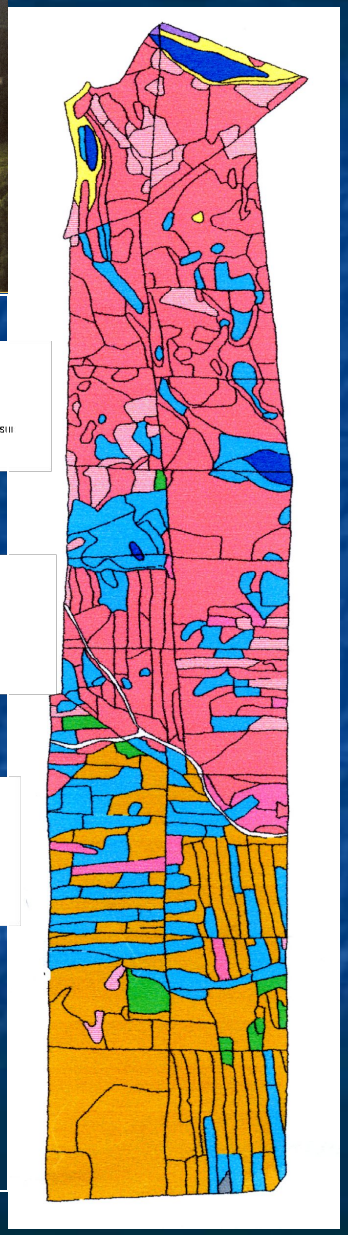
Plant species are associated in groups by environment ecotope conditions, so environmental variables are informative features for ecological analysis of biodiversity.

# Территория исследования

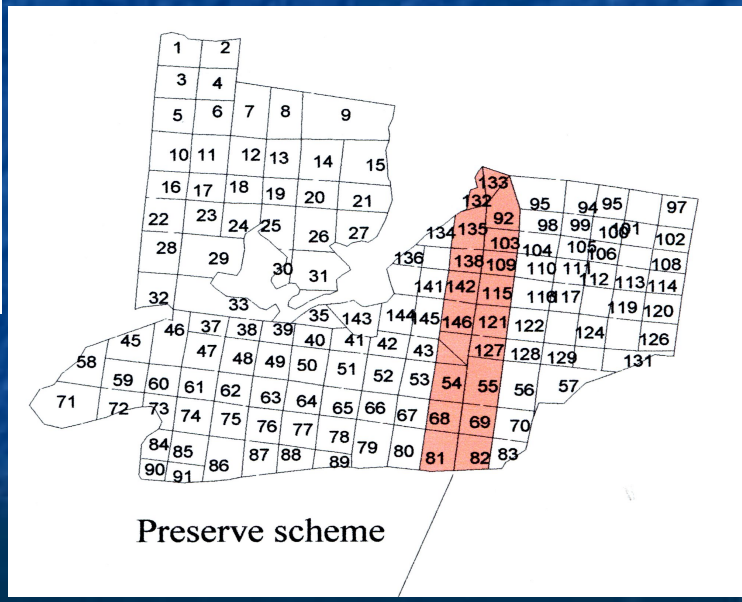
- В качестве картографической основы использовались карты лесоустройства масштабом 1:10000; на их основе построены растровые и векторные электронные карты.
- Профиль № 1 располагается в восточной части Раифского лесничества ВКГПБЗ и состоит из 20 кварталов, общей площадью 506 га, в которых лесоустройством выделено 403 растительных выдела.
- Профиль № 2 находится в средней части лесопарка «Лебяжье» и занимает 16 кварталов общей площадью 495 га, включающих в себя 334 выдела.

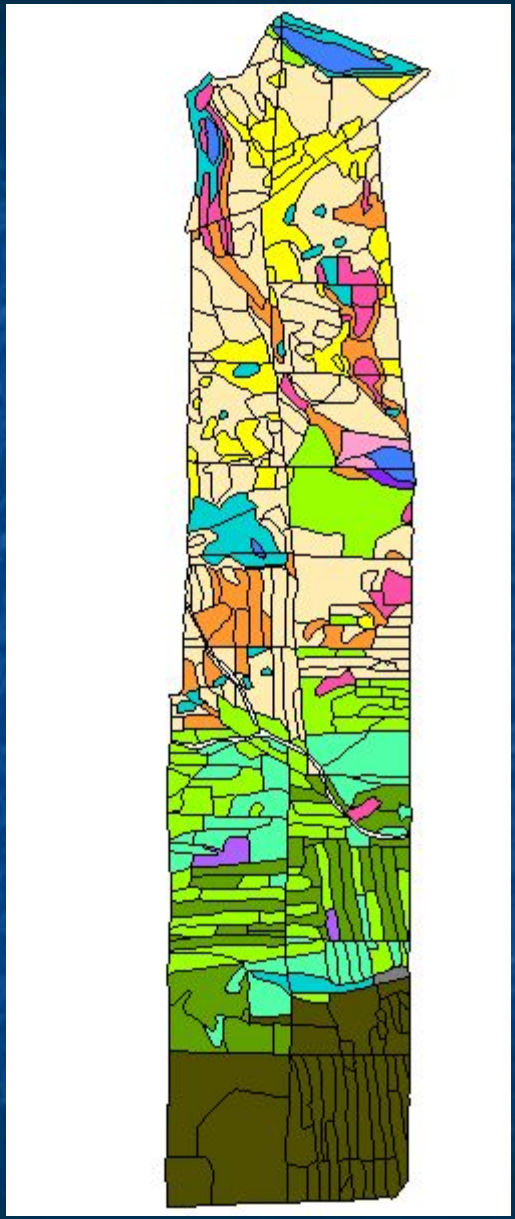
# Динамика экосистем




По данным лесной таксации и полевым наблюдениям построены карты: лесорастительных условий; актуальной растительности; коренной растительности, нарушенности растительного покрова и др.



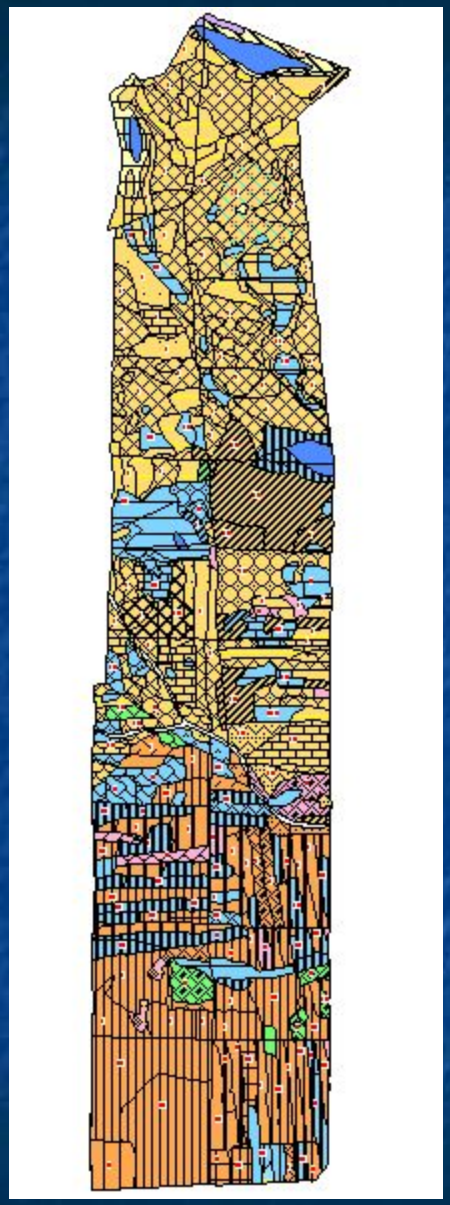


# Профиль 1 Раифа

Категории лесорастительных условий

- А1
- А2
- А3
- А5
- С2
- В2
- В3
- В4
- В3
- В4
- Д2
- Д3
- Д4

- водоемы
- заболоченные участки

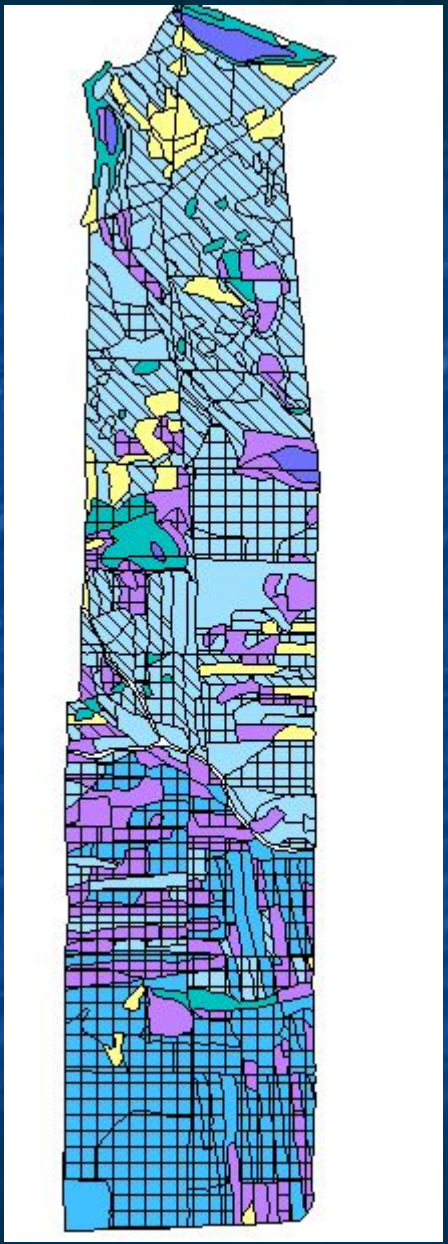


Древесные доминанты

- ель
- липа
- осина
- береза
- сосна
- ива
- ольха

Доминанты травянистого яруса

- осокова волосистая
- сныть обыкновенная
- зеленые мхи
- сныть обыкновенная, костяника
- сфагнум
- крапива
- ландыш
- разнотравные виды
- вейник наземный
- вейник тростниковидный
- осока корневищная
- костяника
- орляк
- сныть обыкновенная,малина обыкновенная
- крапива двудомная, пролесник многолетний
- сныть обыкновенная, крапива двудомная
- крапива двудомная, страусник
- пролесник многолетний
- страусник
- пойменные разнотравные виды
- крапива двудомная, костяника
- культуры 1 яруса
- водоемы



# Профиль 1 Раифа

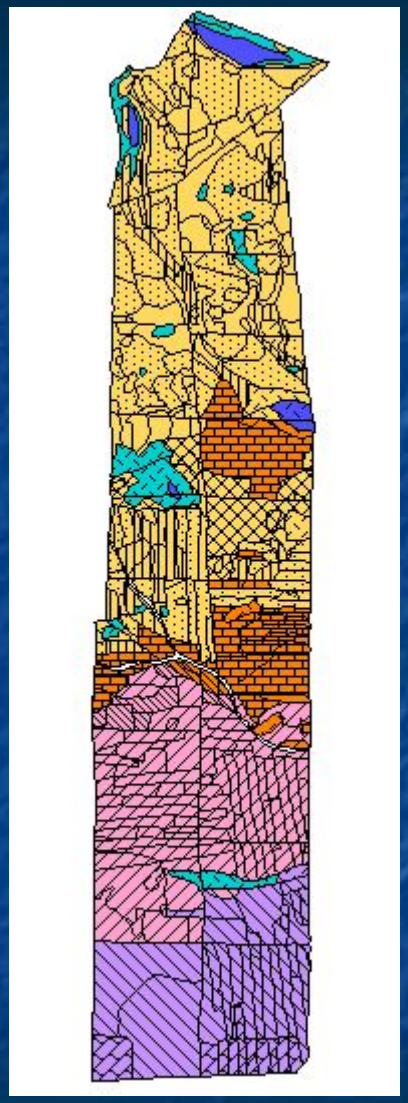
Категории нарушенности древостоя

- длительнопроизводные
- короткопроизводные
- коренные
- культуры 1 яруса

Стадии нарушенности травянистого яруса

- 1 стадия - ненарушенные
- 2 стадия - замены лесными видами
- 3 стадия - олуговения

- водоемы
- заболоченные участки

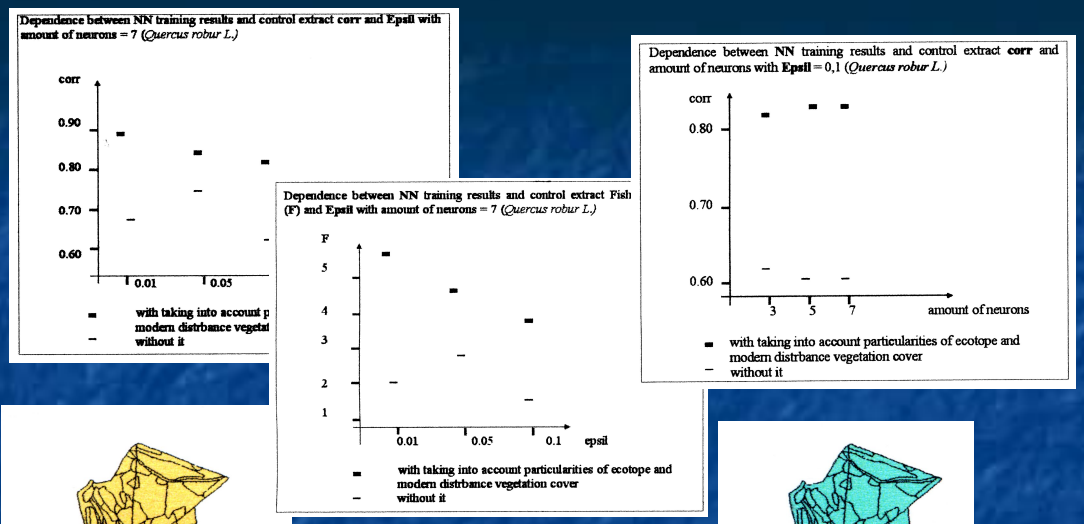


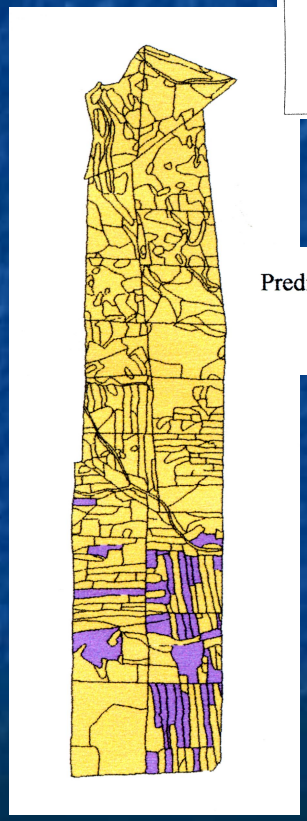
# Профиль 1 Раифа

Коренные типы леса

- сосновые
- сосново-елово-широколиственные
- елово -широколиственные
- дубово-широколиственные
  - лишайниково-мшистые
  - бруснично-мшистые
  - чернично-мшистые
  - сфагновые
  - костяничные
  - осоково-снытевые
  - страусниково-снытево-пролесниковые
  - пролесниково-снытевые
- водоемы
- болота

# Прогноз динамики лесообразующих древесных видов



Prediction of oak population dynamic

- nongrowth quantity
- nondecrease quantity

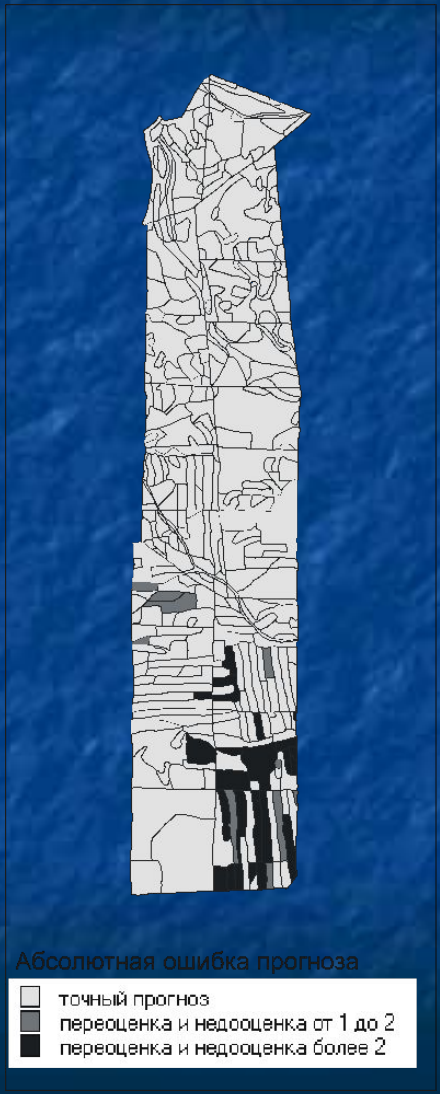
Absolute prediction mistake

- exact prediction
- overestimation and underestimation from 1 to 2
- overestimation and underestimation more than 2

## Профиль 1 Раифа

В результате обучения НС рассчитаны основные направления динамики четырех ведущих лесообразующих видов: дуба и ели — популяций эдификаторов;липы, образующей длительнопроизводные формации; березы, формирующей короткопроизводные насаждения. Численность двух первых популяций, в силу природных и антропогенных условий, сложившихся на территории, сильно сократилась, и в границах рассматриваемого профиля они практически не проявляют себя как доминанты. Численность популяций липы и березы довольно устойчивы.

# Прогнозирование динамики популяции *Quercus robur* в пределах модельного профиля



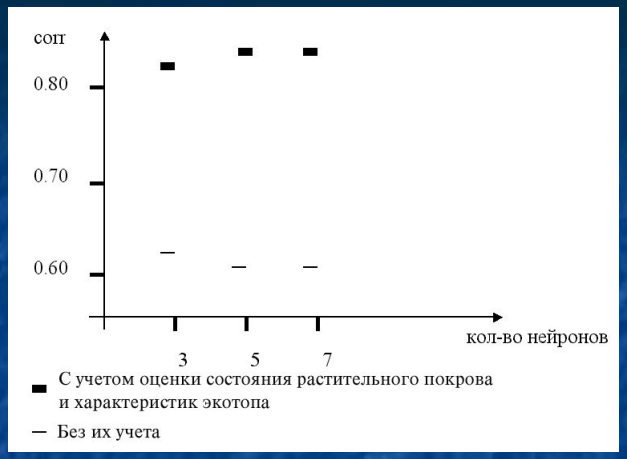
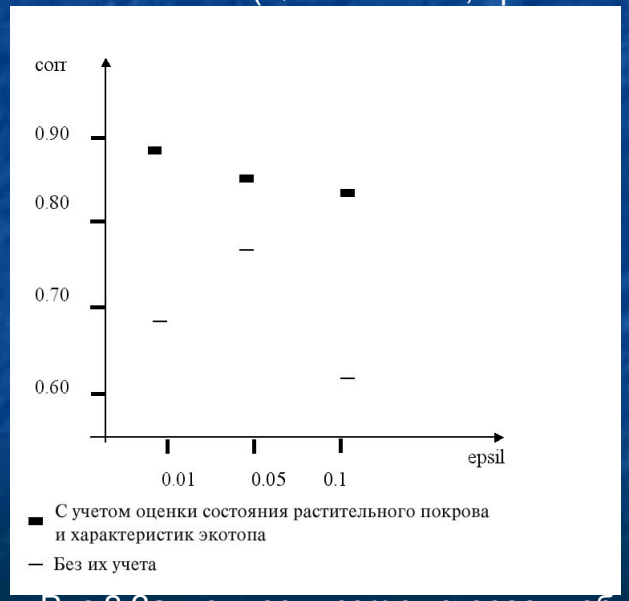



Рис.1 Зависимость corr от количества нейронов в невидимом слое
(Quercus robur, epsil = 0.1)




.Рис.2 Зависимость corr от скорости обучения (epsil)
(Quercus robur, количество нейронов — 7)

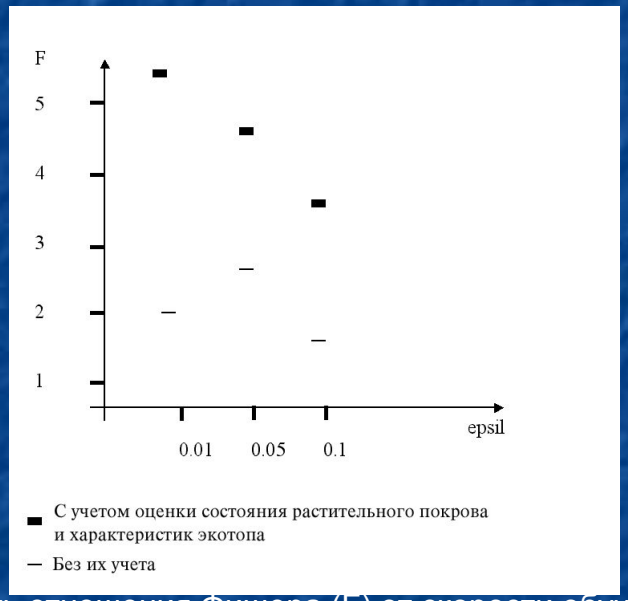
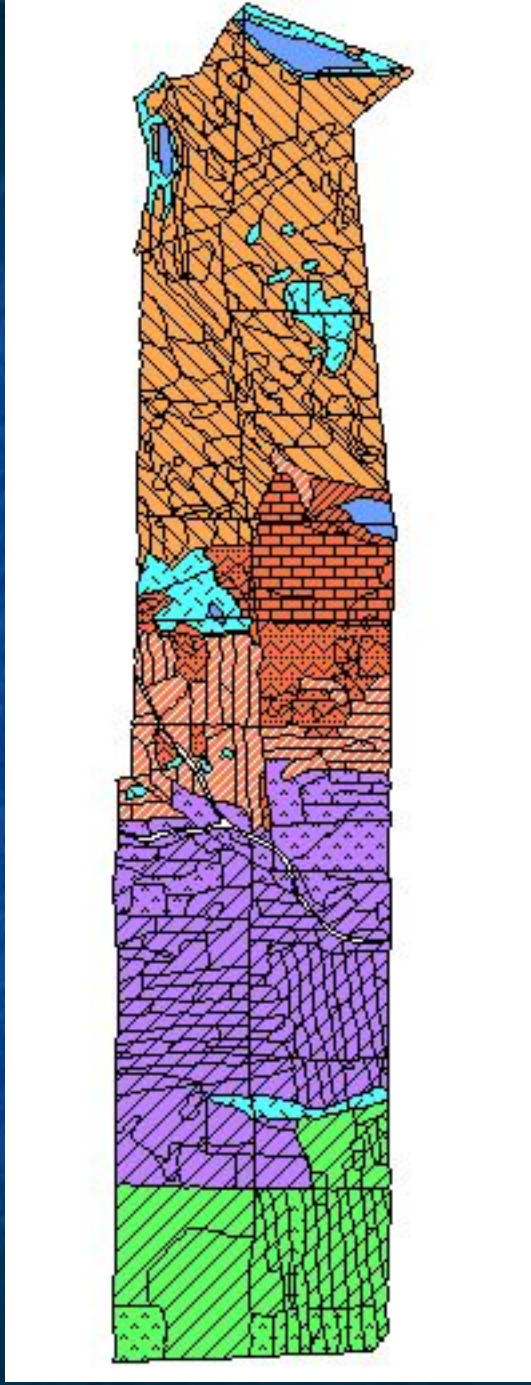



Рис. 3 Зависимость отношения Фишера (F) от скорости обучения (epsil)
(Quercus robur, количество нейронов — 7)



# Профиль 1
# Раифа

Прогнозные типы древостоя

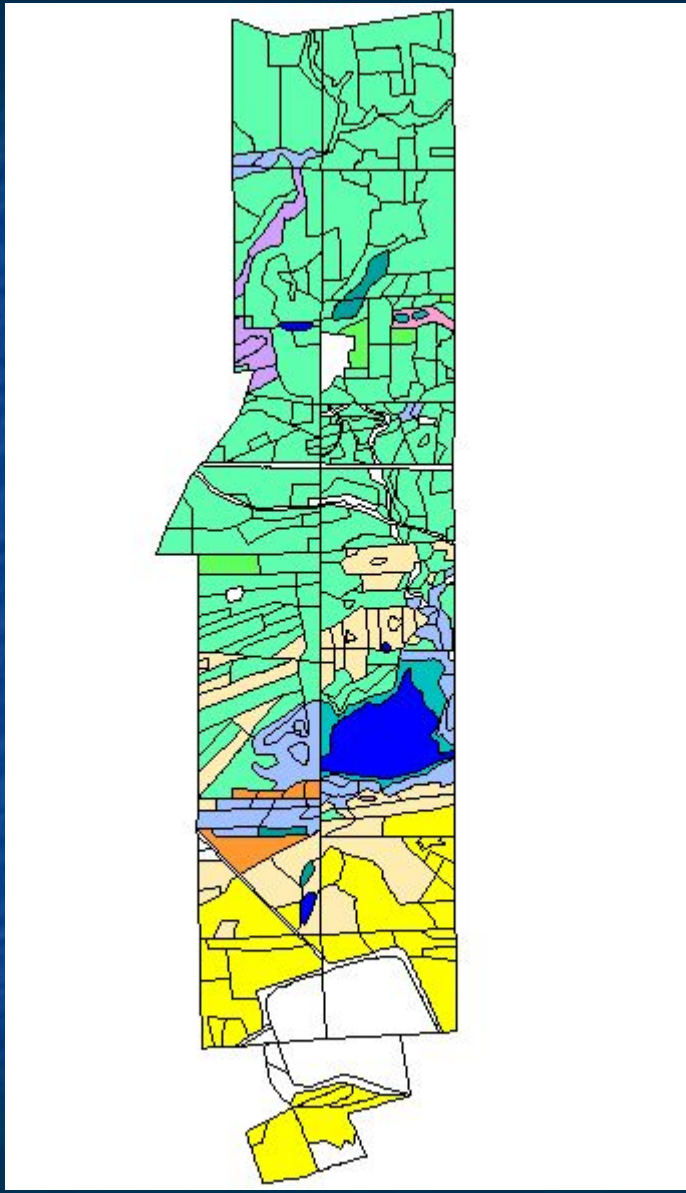
- сосновые
- сосново-елово-широколиственные
- елово-широколиственные
- липовые
- потенциально-возможные сосново-елово-липовые

Доминанты травянистого яруса

- орляк, вейник наземный
- крапива двудомная, пролесник многолетний,страусник
- осока волосистая, сныть обыкновенная
- сныть обыкновенная, костяника
- сфагнум
- малина обыкновенная
- разнотравные виды

- водоемы
- заболоченные участки

# Профиль 2 Лесопарк Лебяжье

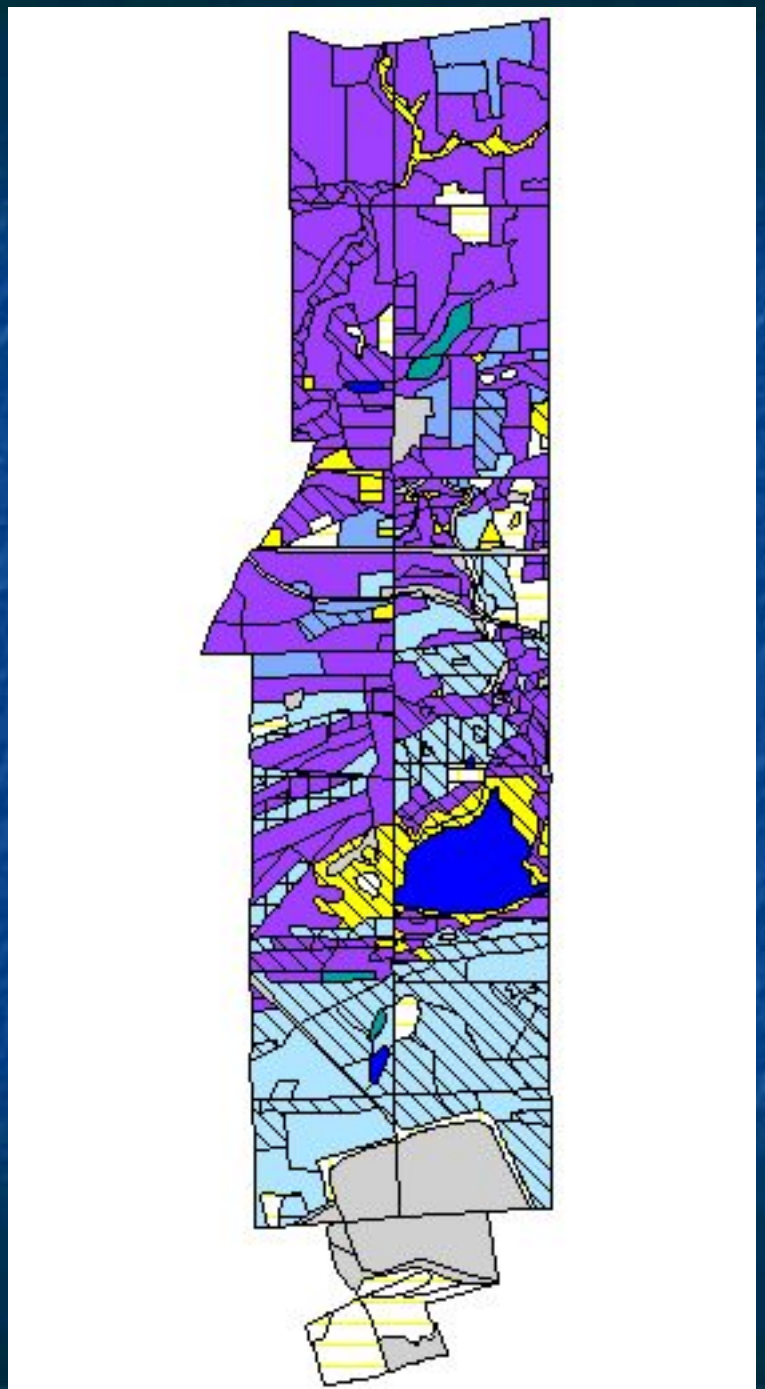


Категории лесорастительных условий

- A1
- A2
- A3
- A5
- C2
- B2
- B3
- B4

- водоемы
- заболоченные участки
- застройки, дороги,промоины

# Профиль 2 Лесопарк Лебяжье



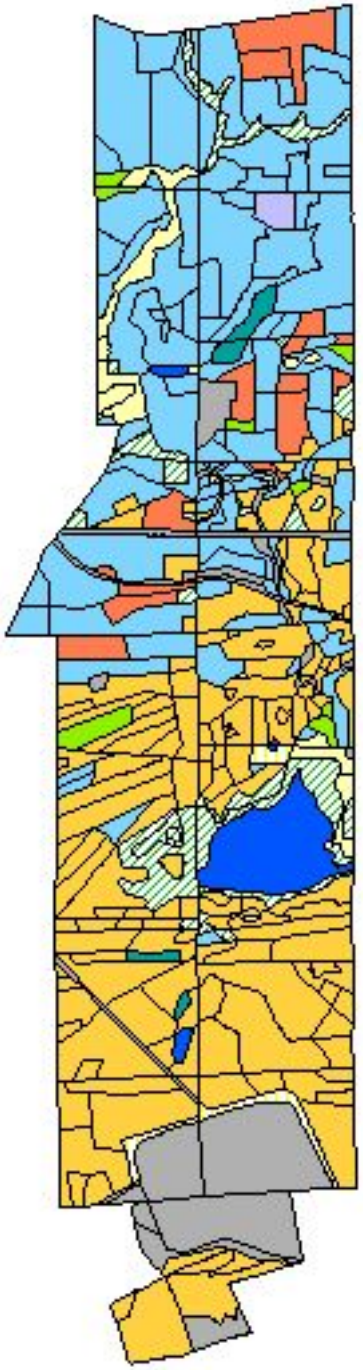
Категории нарушенности древостоя

- поляны, постройки, дороги...
- коренные
- длительнопроизводные
- короткопроизводные

Стадии нарушенности травянистого яруса:

- 1 стадия - ненарушенные
- 2 стадия - замены лесными видами
- 3 стадия - олуговения
- 4 стадия - подселения и преобладания рудеральных видов

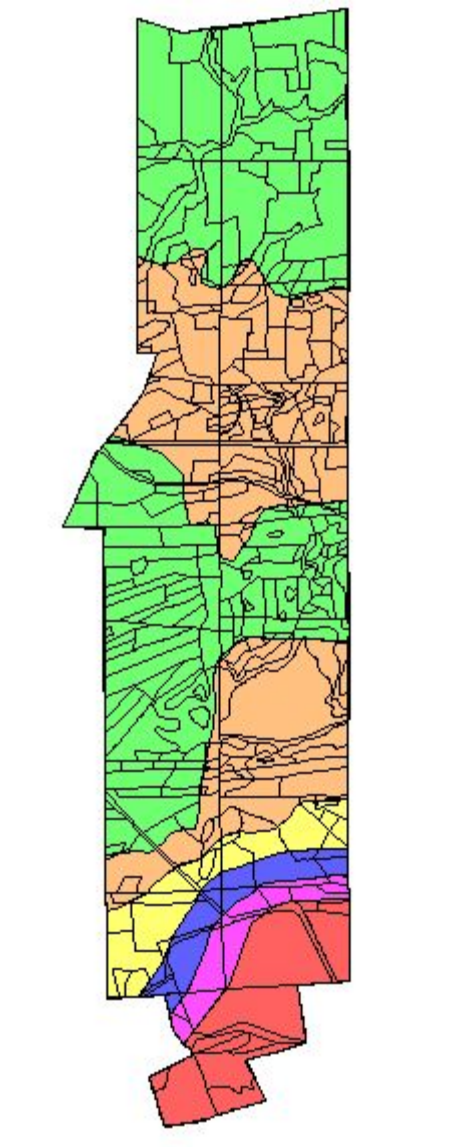
- редины
- культуры
- водоемы
- болота, пойменные участки
- луга, поляны
- хоз. объекты



Лесные насаждения

- ель
- сосна
- липа
- береза
- осина
- ива

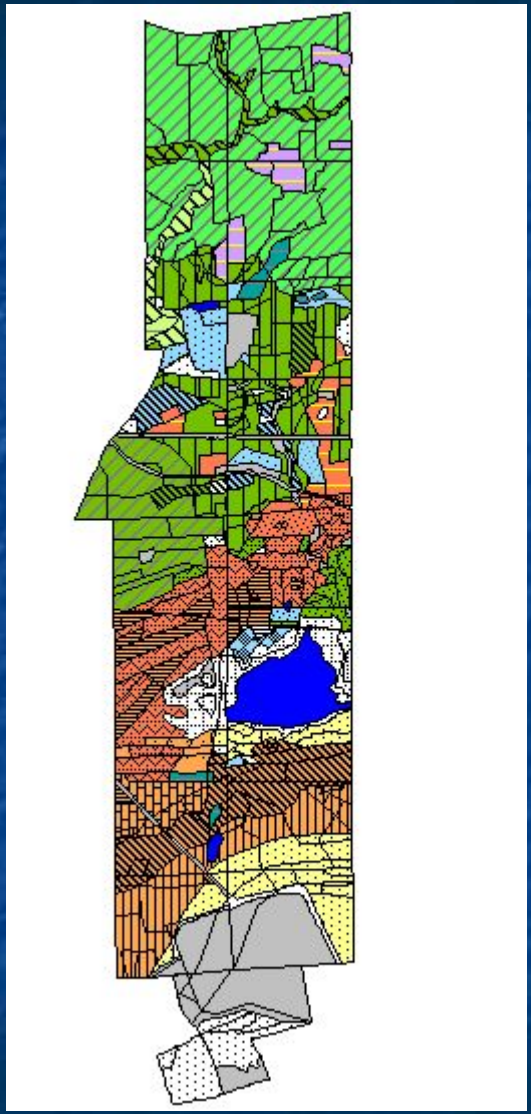
- редины
- водоемы
- болота, пойменные участки
- поляны, луга
- хоз. объекты



# Профиль 2 Лесопарк Лебяжье

Шкала антропогенной нагрузки, усл.ед.

- 0.2 - 2.2
- 2.2 - 4.2
- 4.2 - 6.2
- 6.2 - 8.2
- 8.2 - 10.2
- 10.2 - 12.2



## Древостои

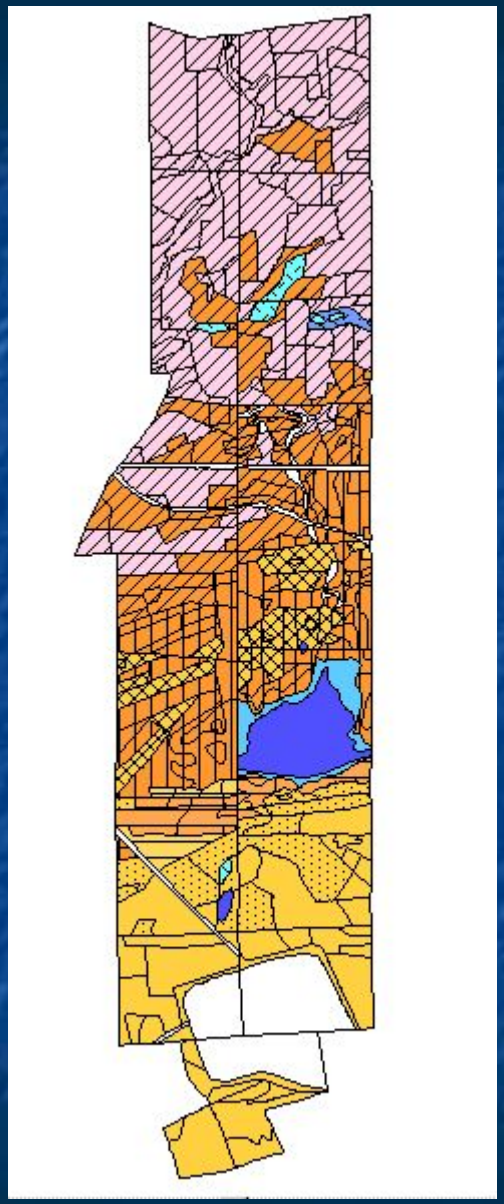
- сосновые
- сосново-елово-широколиственные(культурного происхождения)
- елово-широколиственные(культурного происхождения)
- липовые
- липовые с дубом
- березовые
- ивовые
- рединные сосновые древостои

## Доминанты травянистого яруса

- разнотравные виды
- рудеральные виды
- костяника
- сныть обыкновенная, костяника
- крапива двудомная
- злаки, рудеральные виды
- злаки
- злаки, зеленые мхи
- зеленые мхи
- осока волосистая, злаки
- злаки, разнотравные виды
- крапива двудомная, злаки
- сфагнум
- осока волосистая, сныть обыкновенная
- осока волосистая, сныть обыкновенная, злаки

- водоемы
- болота
- поляны, луга
- хоз. объекты

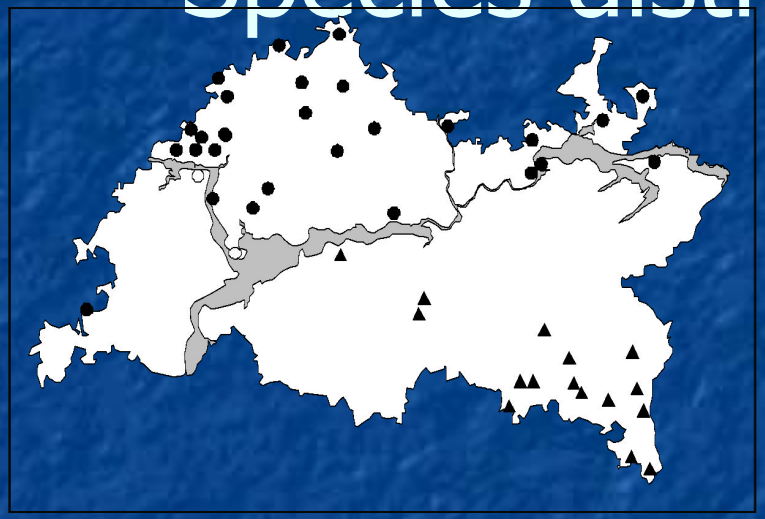
# Профиль 2 Лесопарк Лебяжье



Коренные типы леса

- елово -широколиственные осково-снытевые
- сосновые
- костяничные
- бруснично-мшистые
- чернично-мшистые
- сосново-елово-широколиственные осоково-снытевые
- чернично-мшистые
- костянично-снытевые
- болота сфагновые
- заболоченные участки
- водоемы

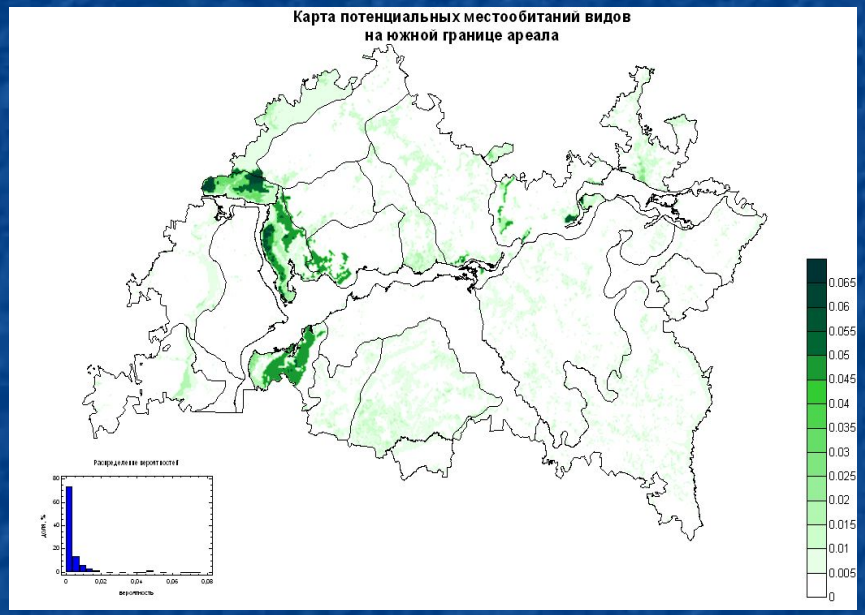
# Species distribution dynamics

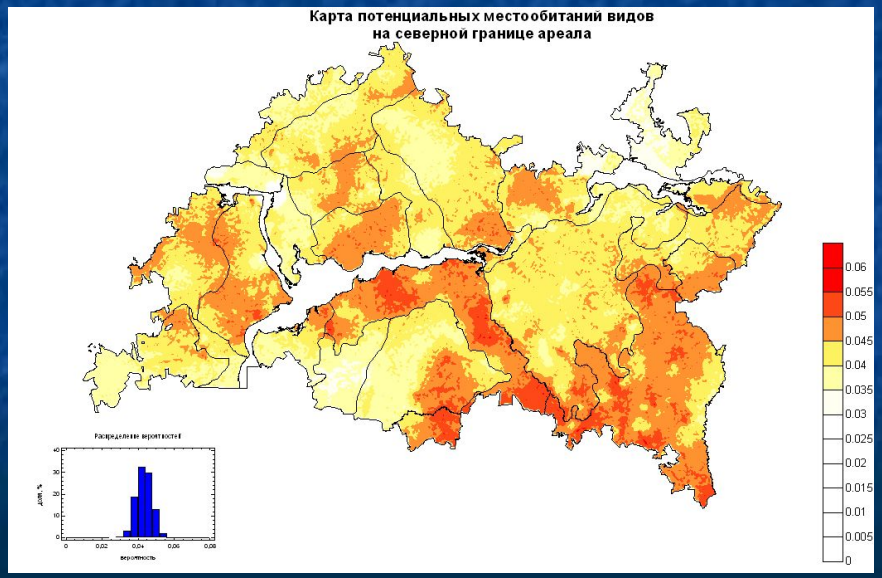


● – *Picea x fennica;* ▲ – *Ephedra distachya.*

● – *Aster alpinus;* ▲ – *Cicerbita uralensis.*

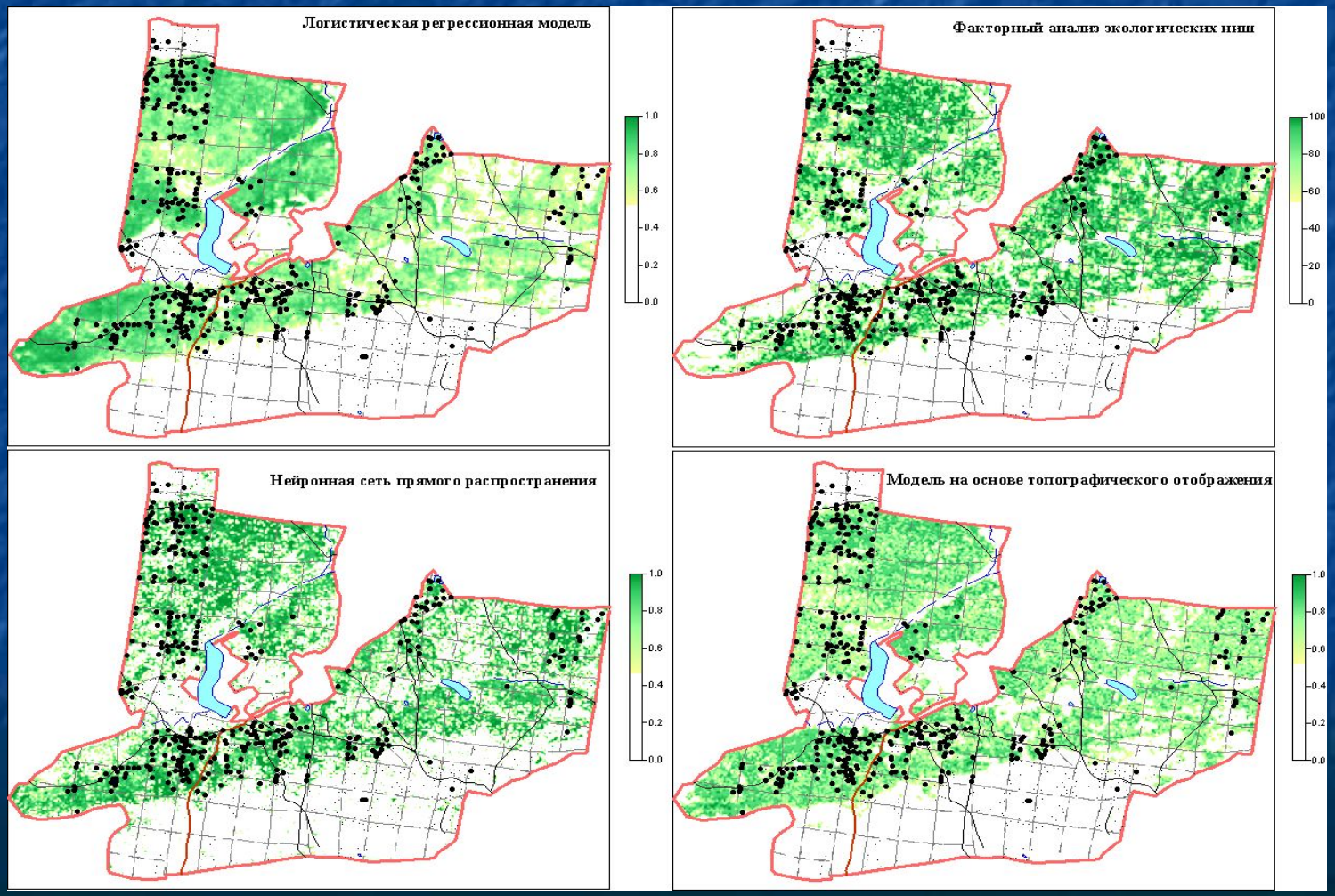
# Map modeling of potential habitats for rare plant species (left – boreal species, right – south species at the north border of areal space)



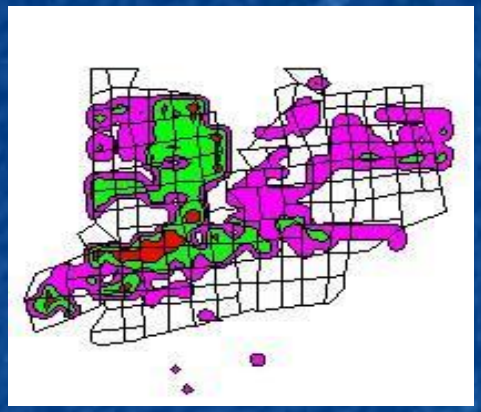



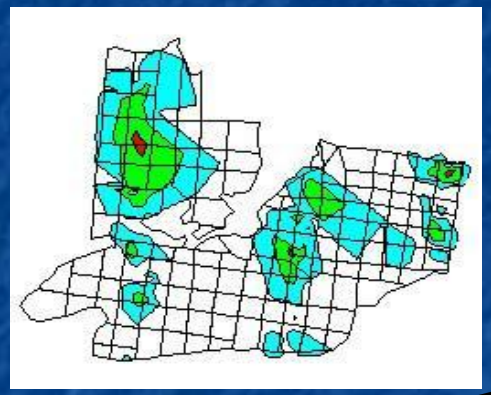
# Spatial modeling of species distribution

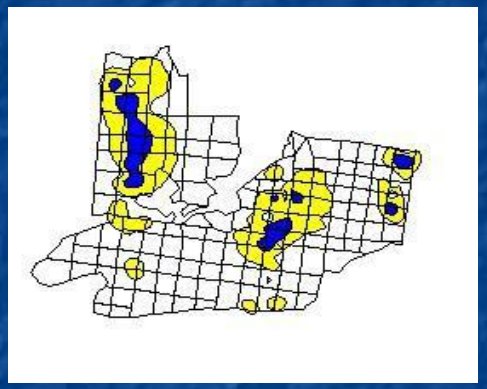
Species presence probability forecast (*Vaccinium myrtilus)*



complement of failing data (raster model); 2 - mathematical interpolation on Delone triangulation method; 3 – spatial autocorrelation Kriging –method.







# Modeling results: nemoral (left), boreal (right) complexes

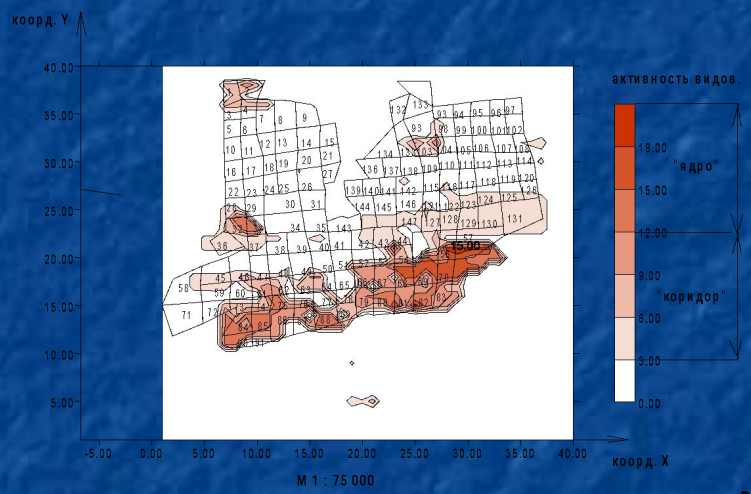



Рис. 2 Карта-схема неморальных комплексов.

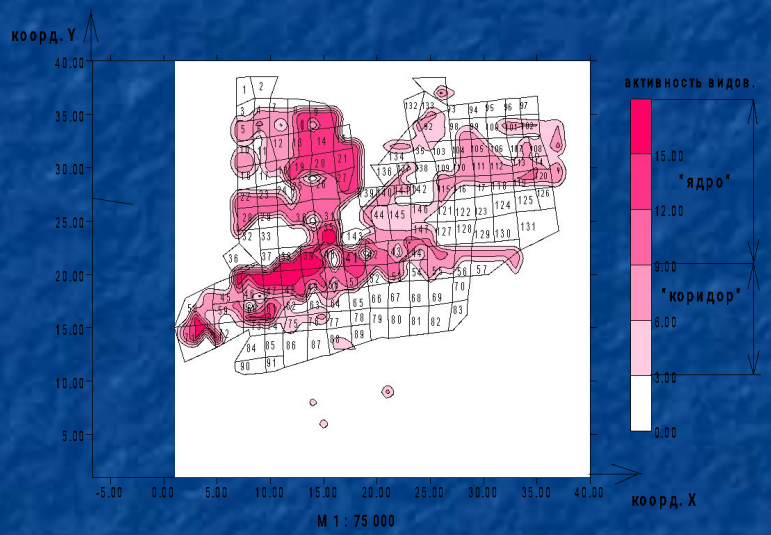
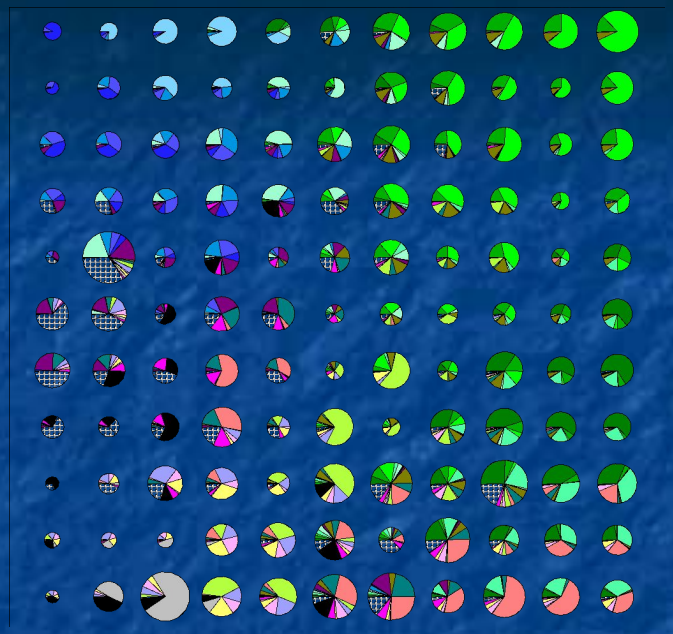


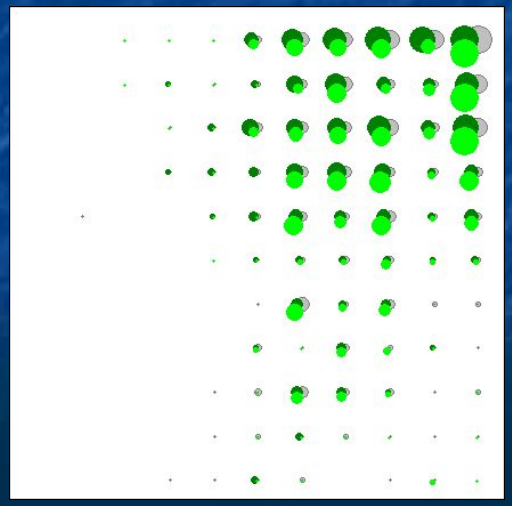

Рис. 1 Карта-схема бореальных комплексов.

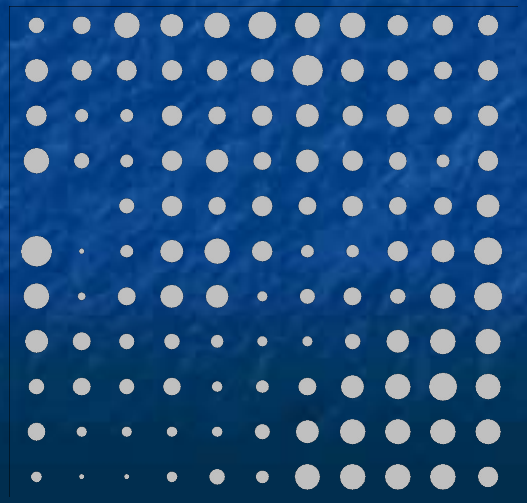


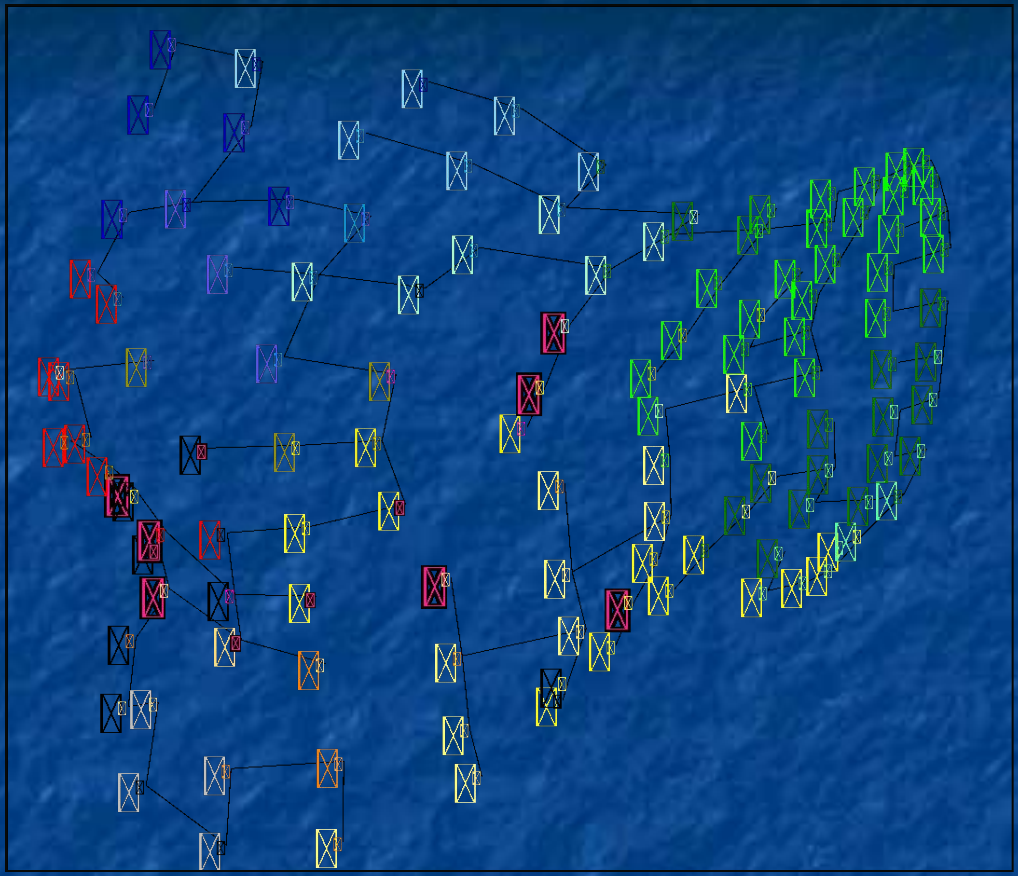
**Species communities ordination received by the means of SOM and GTM could be used also to discover species, communities and environmental variables interrelation**

*Mercurialis perennis L.*

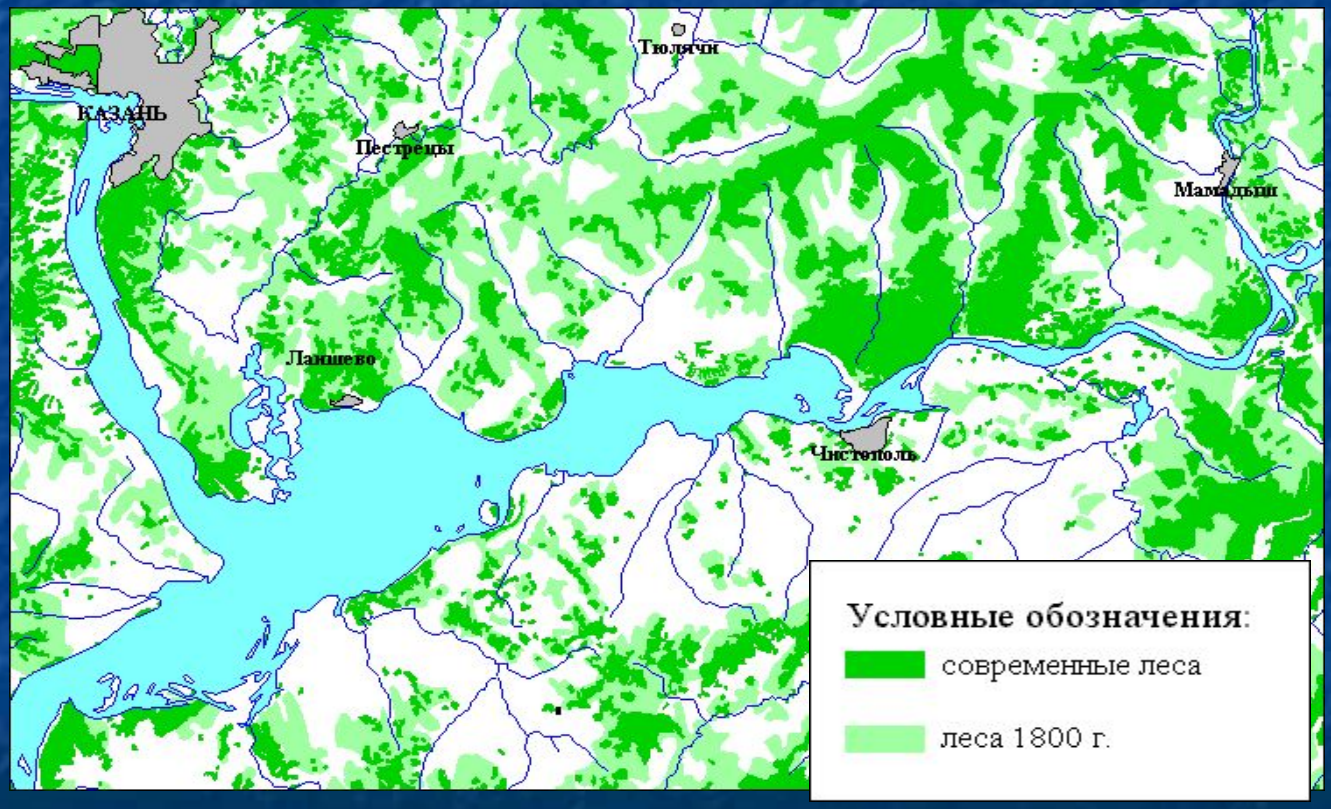
*Hydrotermic coefficient*





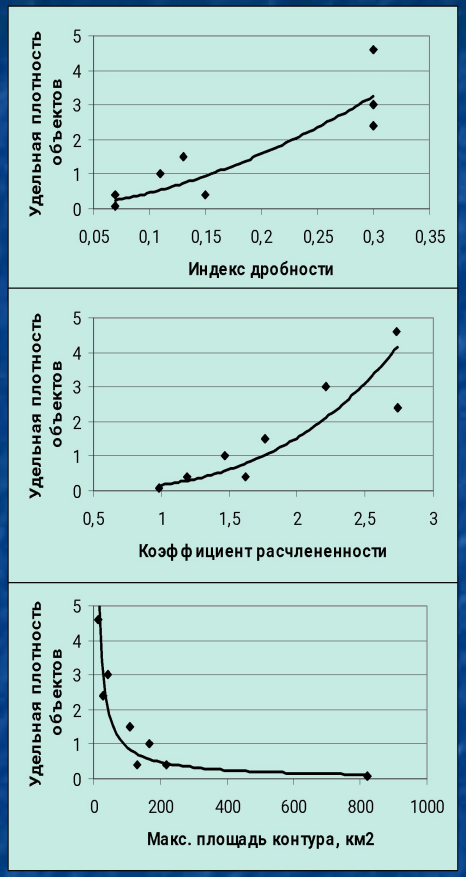


# Forest dynamics in anthropogenic landscapes




Forest map (F.Boyko, 1986)

# Оценка пространственной структуры лесного покрова и его фрагментации

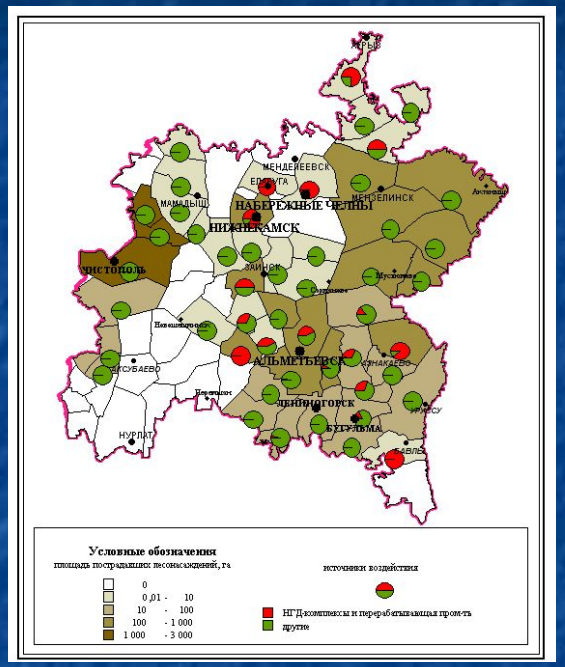



**Зависимость интегральных показателей рисунка лесных массивов от плотности объектов в пределах НГДУ**

Принятыми в ГИС способами обработки и моделирования данных проведена картографическая оценка состояния лесной растительности в районах интенсивной нефтедобычи. Установлен факт значительного антропогенного усложнения пространственной мозаики лесного покрова.

При отчуждении лесных земель меняются общая форма и размеры контуров лесных массивов, что приводит к разнообразным негативным последствиям.

Статистически подтверждается зависимость проявления частых и масштабных вспышек развития насекомых-вредителей и болезней леса в пределах лесных хозяйств от степени фрагментации лесных массивов.




**Повреждение и гибель насаждений в лесничествах региона деятельности ОАО "Татнефть" в период 1984-1997 гг.**

Оценка лесной фрагментации с учетом информации о плотности линейных и площадных объектов нефтегазодобывающего комплекса на единицу площади в зонах деятельности его территориальных подразделений позволяет проследить зависимость учитываемых показателей: пространственный рисунок лесных массивов усложняется с ростом величины удельной нагрузки объектами АО "Татнефть

# Modeling prognoses of retrospective and potential regional biodiversity

Methodological approach: expert system forming based on fuzzy logic

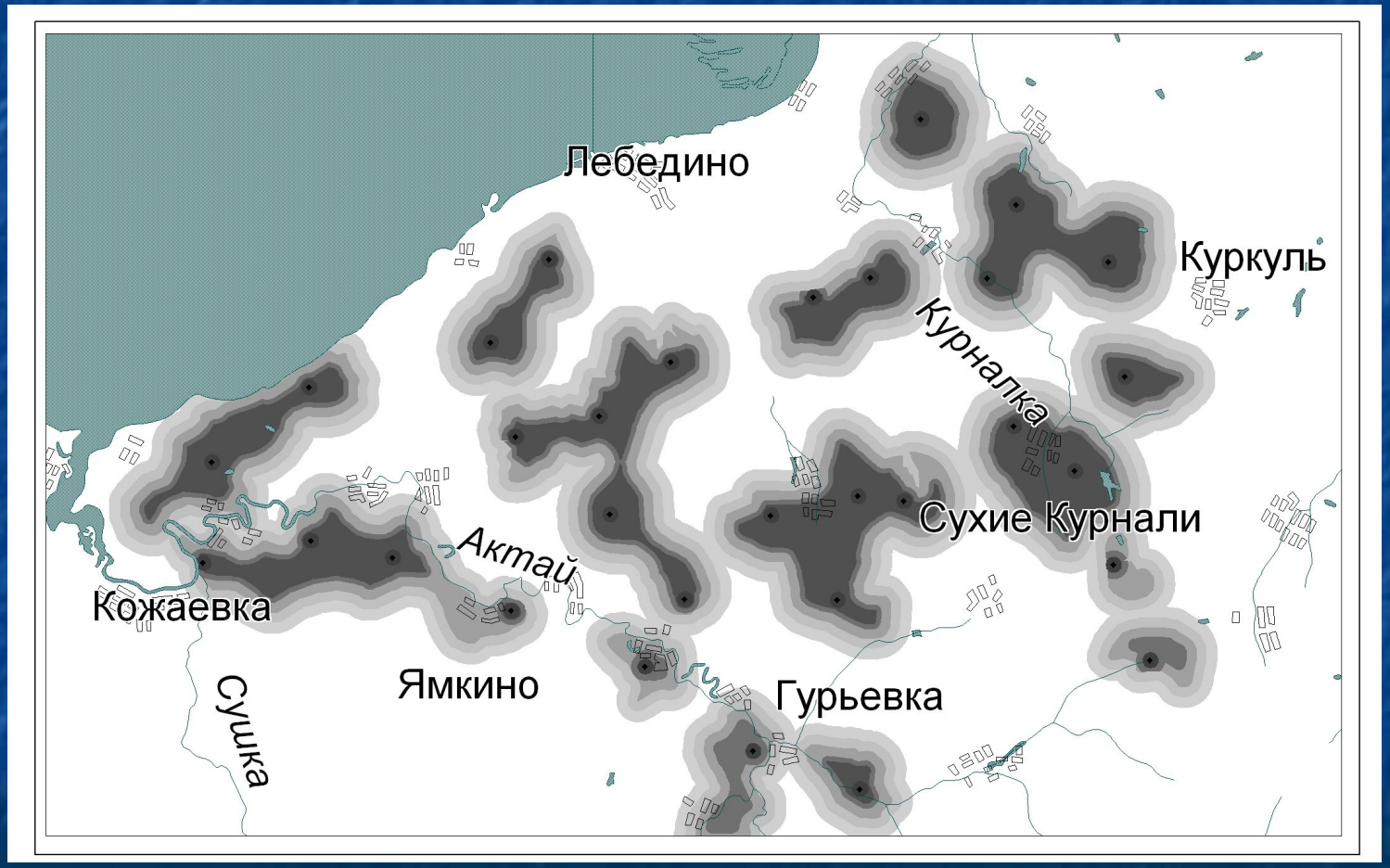
Expert system – complex of data bases:

1. information about investigated object (biological, environmental, etc.);
2. list of formal rules for making system decision;
3. software programs for checking the results and truthfulness determination

**The expert systems based on the GIS databases open a possibility in ecosystem dynamics modeling and paleolandscape reconstruction.**

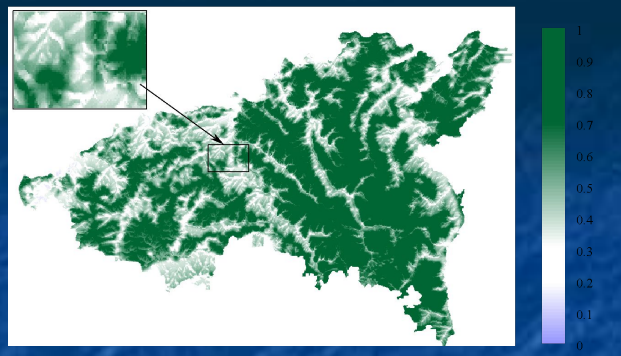
**Expert system formed for vegetation dynamics reconstruction of forest-steppe region is based on the long settling history of Tatarstan region.**

# Modeling prognoses of retrospective and potential regional biodiversity




Anthropogenic loads (influence) distribution (X-XIII c.) based on relief model and archeological monuments map.

# Многовековая динамика лесного покрова

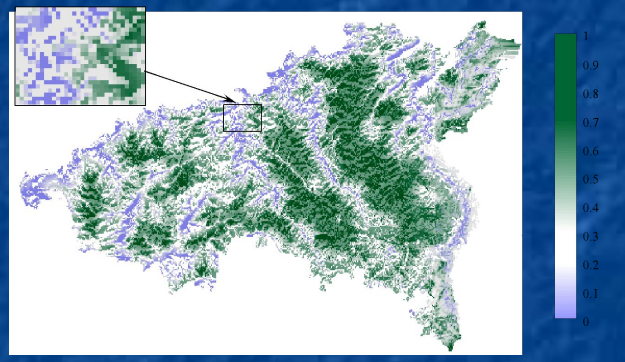



**Ареалы лесного покрова в конце XVII–начале XVIII вв.**

**Geoinformation reconstruction of forest-steppe Volga-Kama region forest cover dynamics in holocene**

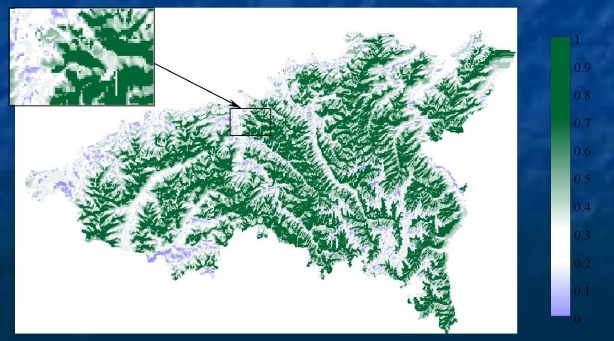
G. Shaykhutdinova, A. Saveliev, D. Fedorov

Making the expert systems based on the GIS databases opens a possibility of broad-spectrum problems solving in geosystem dynamics modeling and paleolandscape reconstruction. Experience of expert system forming for reconstruction of forest-steppe region vegetation cover time dynamics, based on the long history of this region settlement is described in work.

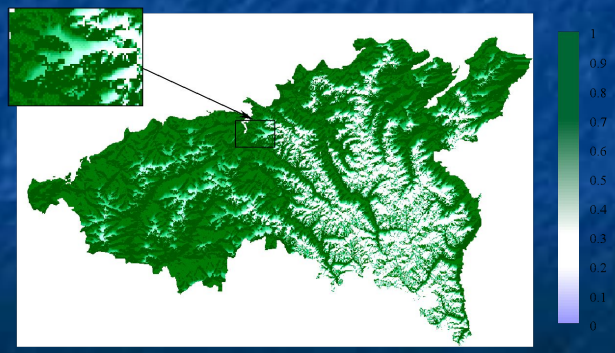



**Ареалы лесного покрова во второй половине XIV в.**

**шкала достоверности: 1 - лес достоверно есть; 0 - леса достоверно нет**




**Ареалы лесного покрова в IX-X в.**




**Ареалы лесного покрова в 8000 гг. до н. э.**