

**Создание и идентификация модели сети гибридных  
автоматов для геоинформационного  
картографирования климатического изменения  
функционального состояния горно-таежных  
экосистем Юга Восточной Сибири**

**Черкашин А.К.**

Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН,  
Иркутск



## Основные задачи

1. Создание математической модели в виде сети гибридных автоматов и самоэволюционирующей карты, отражающих климатические изменения.

2. Определение с использованием ландшафтной ГИС показателей направления и интенсивности смены состояний геосистем Юга Восточной Сибири.

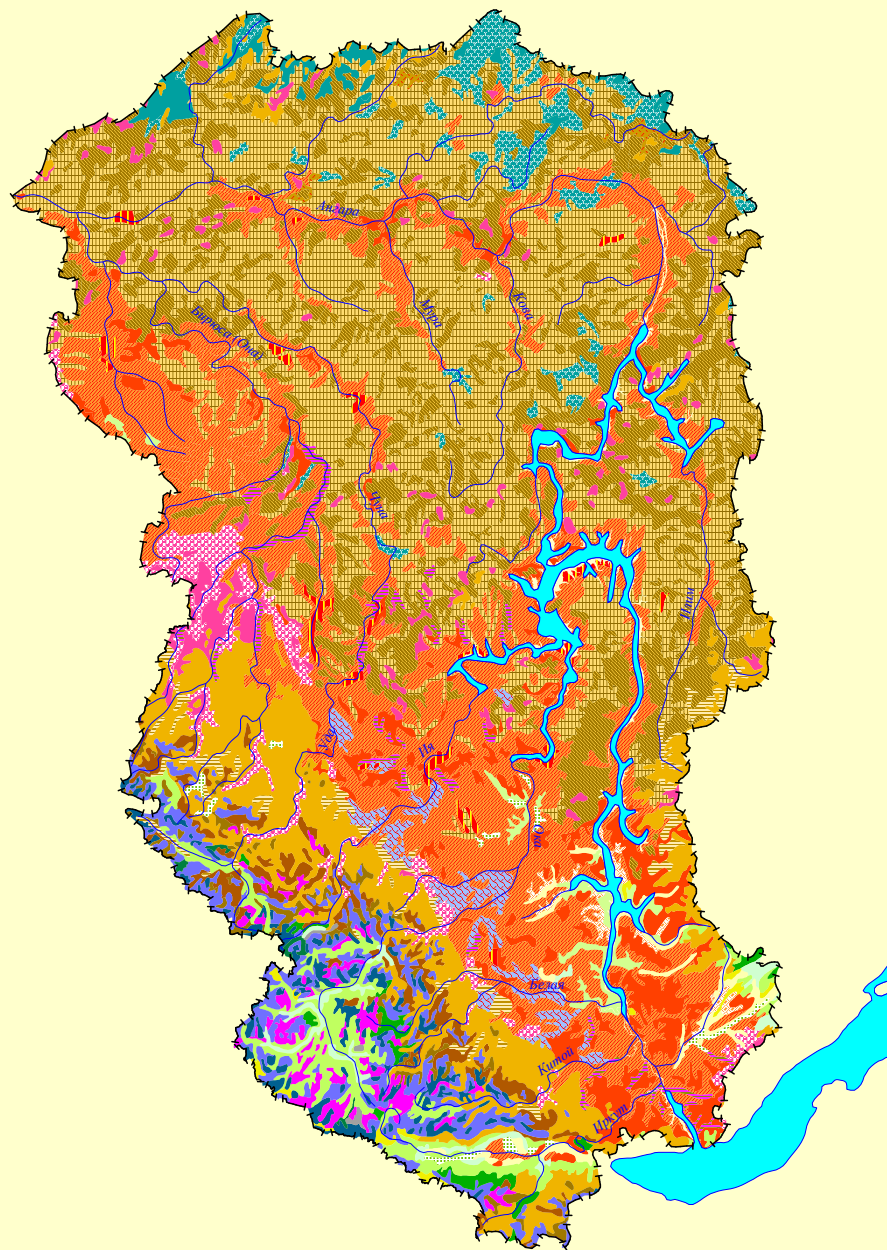
3. Моделирование зависимости интенсивности смены

состояний геосистем и характеристик их функционирования от изменения набора влияющих факторов.

4. Расчет климатогенной эволюции ландшафтов и отдельных геосистем с учетом их географического положения.

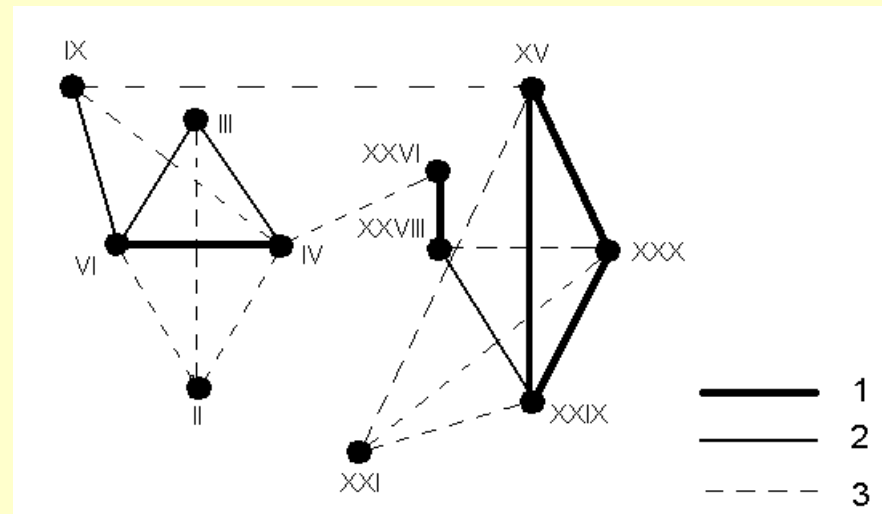
5. Создание серии прогнозных карт состояния геосистем и изменчивости составляющих углеродного баланса.

# Ландшафтные карты и сети ландшафтных выделов

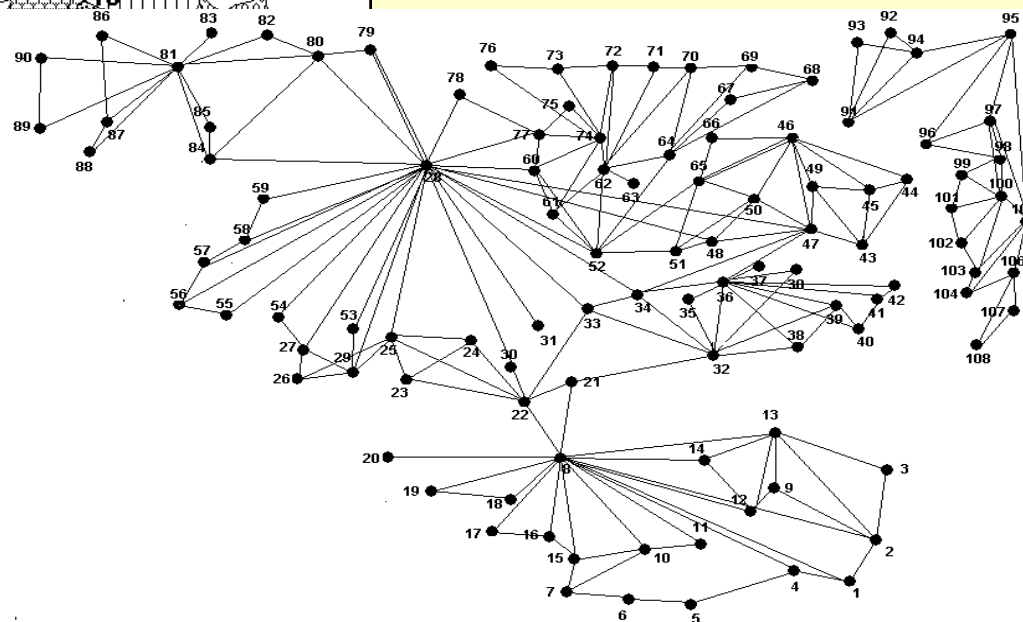
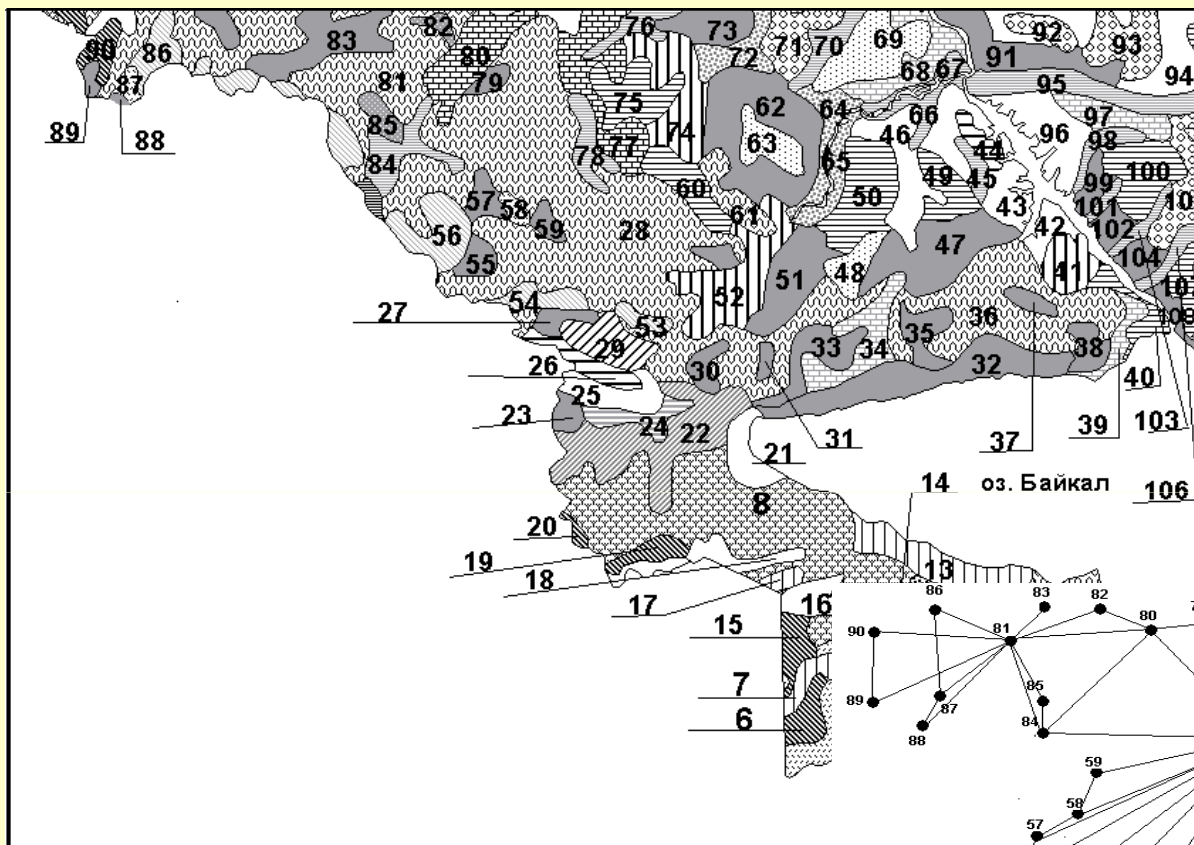


**Фрагмент ландшафтной карты  
геосистем Юга  
Восточной  
Сибири  
М 1:1500 000.**

# Основные отношения пространственной и временной смежности геосистем региональной размерности юга Восточной Сибири.



# Карта как клеточный автомат



# Гибридные клеточные автоматы

$$\frac{dS_1}{dt} = \alpha_{21}S_2 - \alpha_{12}S_1, \quad \frac{dS_2}{dt} = \alpha_{12}S_1 - \alpha_{21}S_2,$$

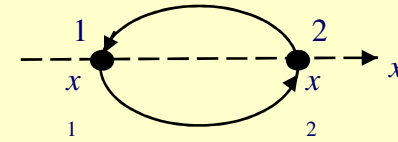
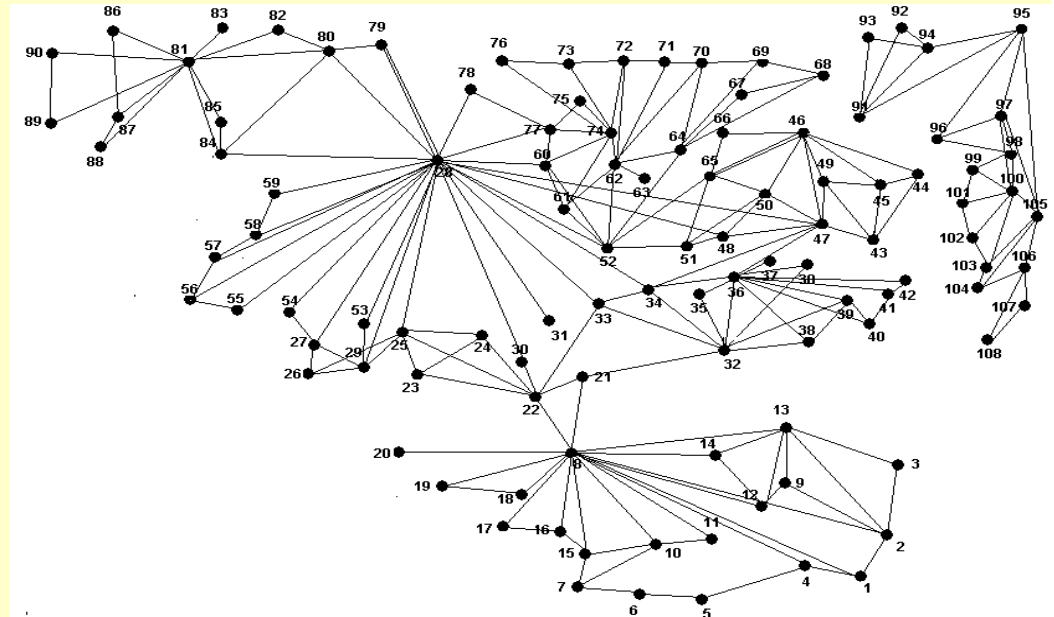
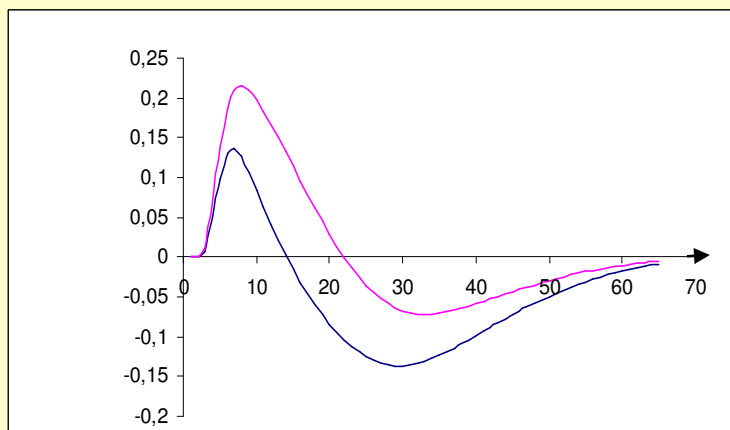
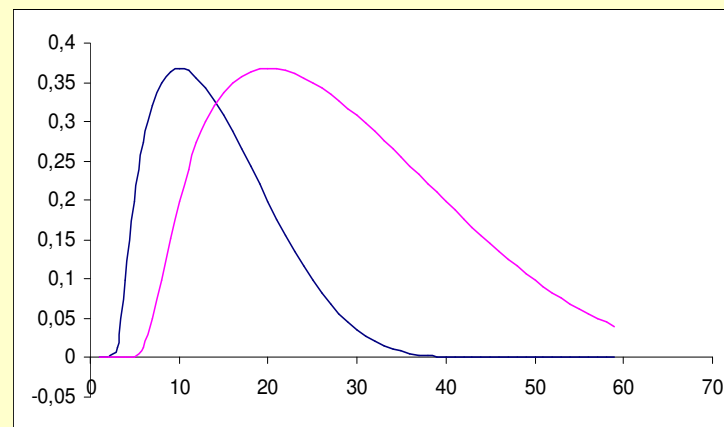
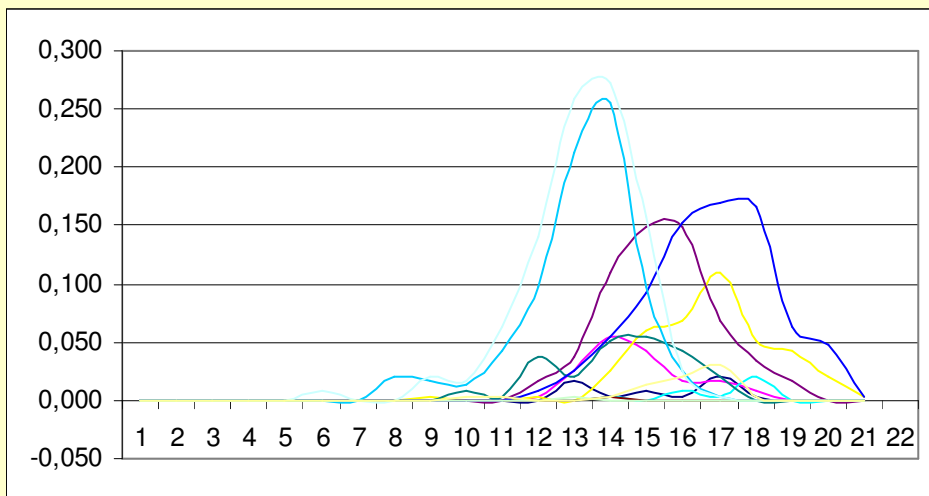


Рис. Ориентированный граф динамики ландшафтной структуры, представленной двумя геомерами (1 и 2). Сплошные стрелки соответствуют направлению смены типов геосистем, точки – геомерам разного типа. Стрелка  $x$  отражает градиенты влияния видоизменяющего фактора.



# Моделирование функционального влияния комплекса факторов на природные процессы



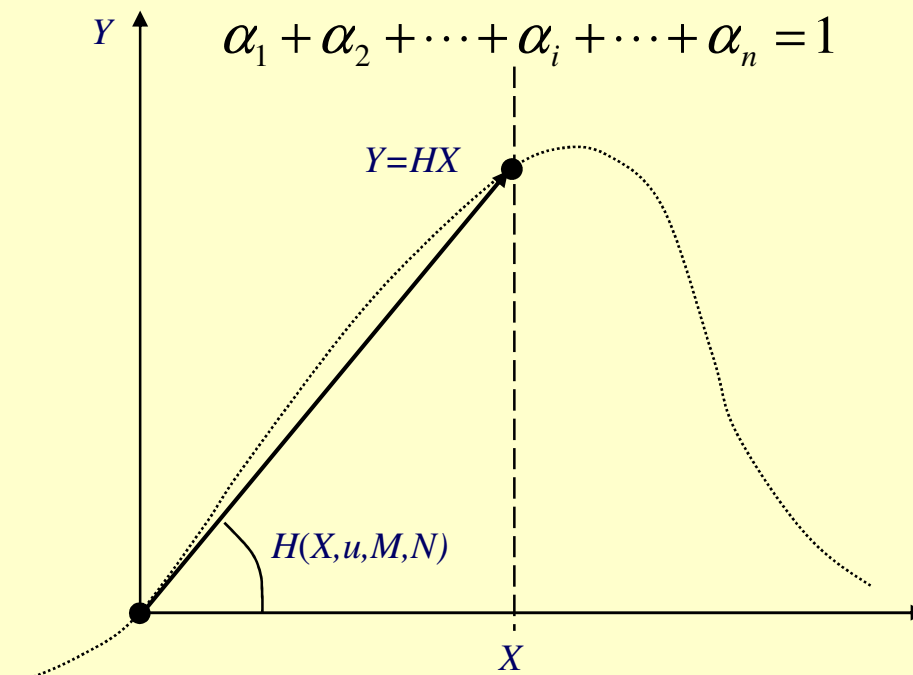


## Учет климатических изменений (модель многомерной экологической ниши)

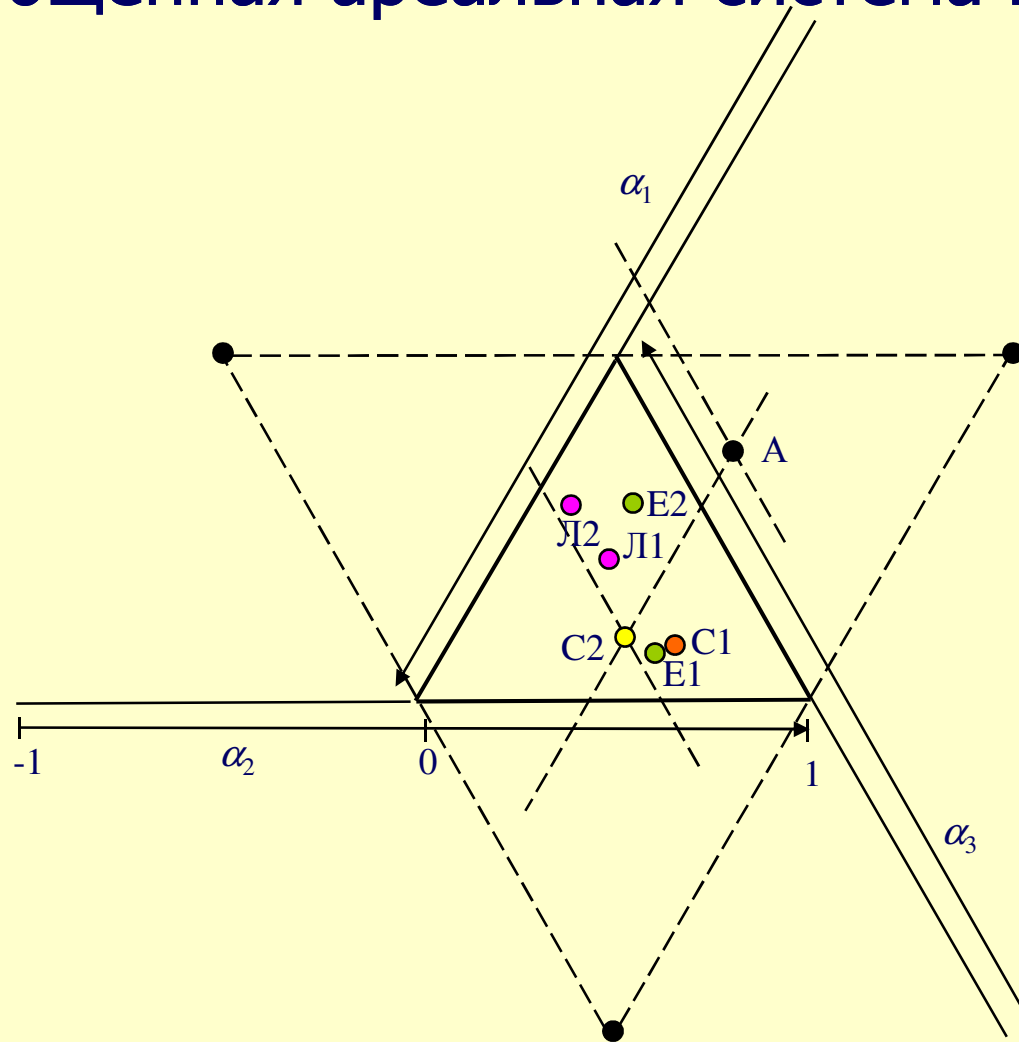
$$\ln F - \ln F_0 = A \exp(a \ln x) (\ln x - \ln x_0), \quad A = H_0 \exp(-a \ln x_0)$$

$$x = \frac{\partial x}{\partial x_1} x_1 + \frac{\partial x}{\partial x_2} x_2 + \dots + \frac{\partial x}{\partial x_i} x_i + \dots + \frac{\partial x}{\partial x_n} x_n$$

$$\ln x = \ln B + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \dots + \alpha_i \ln x_i + \dots + \alpha_n \ln x_n$$



# Обобщенная ареальная система координат



# Функциональная оценка участков территории с учетом классификационного положения геосистем и оцениваемых свойств

$$Y_i = \alpha_i A_i \cdot X = \alpha_i \sum_j \tilde{a}_{ij} \tilde{x}_j = \alpha_i (\tilde{a}_{i0} \tilde{x}_0 + a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3), Y_i = \ln(y_i + y_{0i}) - b_{0i}, A_i = \{\tilde{a}_{ij}\}$$

$$\tilde{a}_{ij} = a_{ij} + a_{0ij}, \tilde{x}_j = x_j - x_{0j},$$

$$\ln(y_i + y_{0i}) = \alpha_i (\tilde{a}_{i0} x_{00} + \tilde{a}_{i1} x_{01} + \tilde{a}_{i2} x_{02} + \tilde{a}_{i3} x_{03}) + b_i,$$

$$b_i = \alpha_i (-\tilde{a}_{i0} x_{00} - \tilde{a}_{i1} x_{01} - \tilde{a}_{i2} x_{02} - \tilde{a}_{i3} x_{03}) + b_{0i},$$

$$a_{ij} = \alpha_i \tilde{a}_{ij},$$

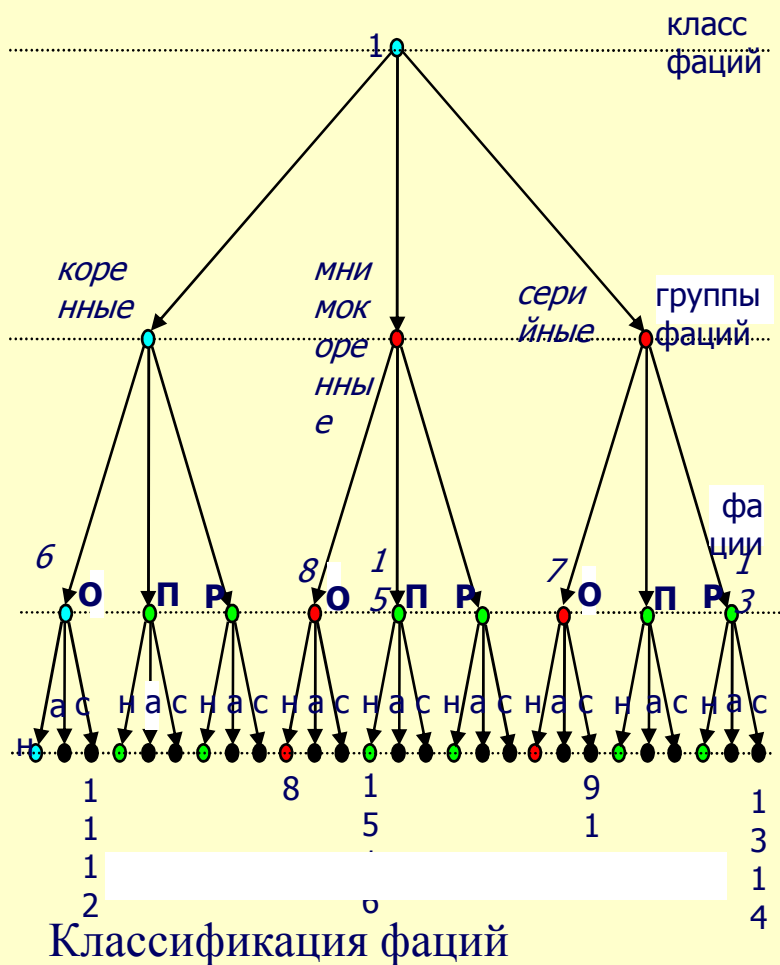
$$\ln(y_i + y_{0i}) = a_{i0} x_{00} + a_{i1} x_{01} + a_{i2} x_{02} + a_{i3} x_{03} + b_i,$$

$$a_{ij} = \alpha_{ij} a_{i0}$$

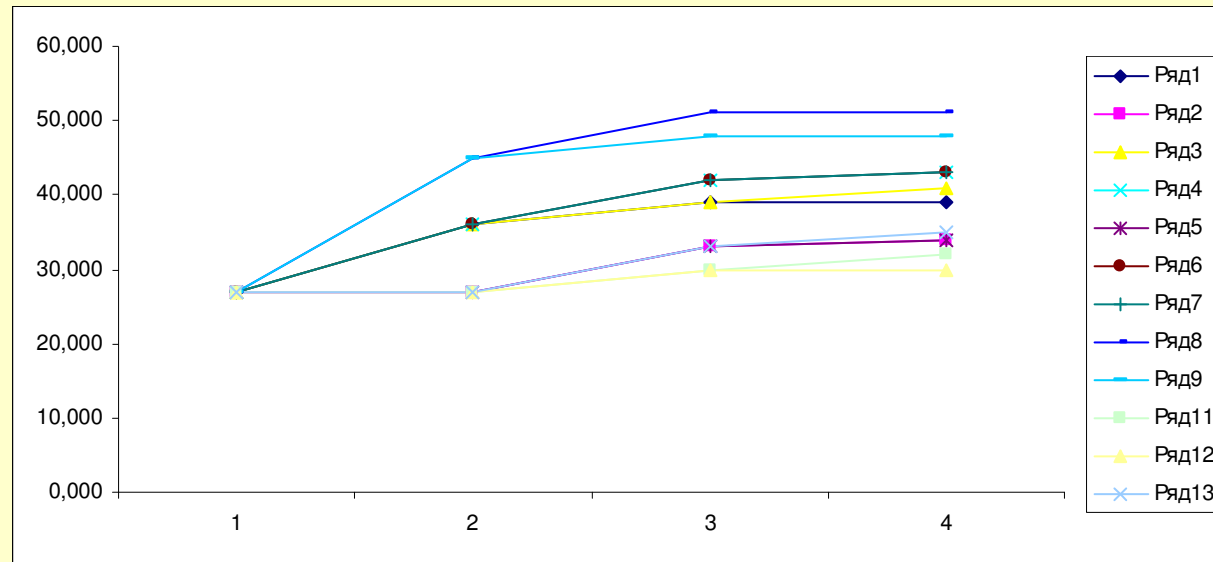
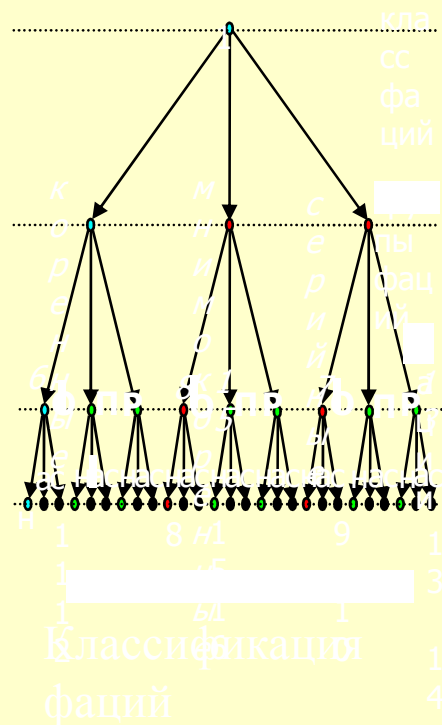
$$\ln(y_i + y_{0i}) = a_{i0} [\alpha_{i0} x_{00} + \alpha_{i1} x_{01} + \alpha_{i2} x_{02} + \alpha_{i3} x_{03}] + b_i, \quad \alpha_{i0} = 1,$$

$$n_{ij} = k_j \alpha_{ij} + n_{0j}, \alpha_{ij} = l_j (n_{ij} - n_{0j}), l_j = 1/k_j,$$

$$\ln(y_i + y_{0i}) = a_{i0} [l_0 (n_{i0} - n_{00}) x_{00} + l_1 (n_{i1} - n_{01}) x_{01} + l_2 (n_{i2} - n_{02}) x_{02} + l_3 (n_{i3} - n_{03}) x_{03}] + b_i,$$



# Автоматическая классификация факторов и задача обработки запросов



$$N = n_0 + n_1 p + n_2 p^2 + n_3 p^3 +$$

# Результаты расчета: Исходная и прогнозируемая ландшафтная структура территории Южного Прибайкалья.

