



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Операции переструктуризации данных
2. Анализ геопространственных данных.
Интерполяция
3. Агрегирование данных. Кластеризация.
Геокодирование. Классификация и
переклассификация изображений
4. Локальные, зональные и фокальные операции.
Операции вычислительной геометрии.
Оверлейные операции. Построение буферных зон

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Ананьев, Ю. С. Геоинформационные системы / Ю. С. Ананьев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 70 с.
- Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Ар-утюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука, 2010. – 327 с.
- Курлович, Д. М. Геоинформационные технологии. Лабораторный практикум / Д. М. Курлович, Н. В. Жуковская, О. М. Ковалевская. – Минск: БГУ, 2015. – 160 с.
- Митчелл, Э. Руководство по ГИС-анализу. Часть 1. Пространственные модели и взаи-мосвязи / Э. Митчелл. – ESRI: 2000. – 170 с.

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ
АНАЛИЗ – процесс поиска
пространственных
закономерностей в
распределении
географических данных и
взаимосвязей между
объектами.

Преимущество
геоинформационной
методологии состоит в том,
что ГИС позволяет
идентифицировать,
поддерживать и управлять
пространственными
связями между
топологическими
объектами,
представляющими объекты
реального мира, создавать
новые объекты, связи,
связывать новые атрибуты.

Основные задачи геоинформационного анализа:

- а) анализ местоположения объектов – поиск, где размещаются объекты;
- б) анализ распределения числовых показателей – выявление, где больше, где меньше;
- с) построение карт плотности – картографирование плотности;
- d) поиск объектов внутри области – поиск того, что внутри;
- е) анализ окружения – поиск того, что рядом;
- f) анализ пространственных изменений – картографирование изменений.

1. Операции переструктуризации данных

ОПЕРАЦИИ ПЕРЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ – превращение растровых данных в векторные и наоборот.

Имеются три типа
поверхностей:
растровые, TIN и
поверхности terrain,
которые можно
конвертировать в
векторные точки,
линии или полигоны.

Переструктуризация
данных позволяет
расширить
возможности
проведения анализа
благодаря таким
функциям, как
выборка, наложение,
редактирование или
многослойное
моделирование.

ИСПОЛЬЗУЮТ ТРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДА ПЕРЕСТРУКТУРИЗАЦИИ РАСТРОВЫХ ДАННЫХ В ВЕКТОРНЫЕ ДАННЫЕ



Растровые поверхности в векторные
пространственные объекты

Поверхности TIN в векторные
пространственные объекты

Набор данных terrain в векторные
пространственные объекты

Переструктуризация растровых поверхностей в векторные пространственные объекты

Для конвертации растра в класс объектов-мультиточек используется инструмент **Растр в мультиточки (Raster To Multipoint)**

Для конвертации области интерполяции входной растровой поверхности в новый 3D полилинейный или 3D полигональный класс пространственных объектов, используется инструмент **Домен растра (Raster Domain)**

Для конвертации растра во внешний файл ASCII, используется инструмент **Растр в ASCII (Raster To ASCII)**

Для конвертации растра во внешний файл, содержащий данные в виде бинарных значений с плавающей точкой, используется инструмент **Растр в файл с плавающей точкой (Raster To Float)**

Для конвертации растра в класс точечных объектов используется инструмент **Растр в точки (Raster To Point)**

Для конвертации растра в класс полигональных пространственных объектов используется инструмент **Растр в полигоны (Raster To Polygon)**

Для конвертации растра в класс полилинейных объектов используется **Растр в линии (Raster To Polyline)**

Для конвертации растра во внешний видео-файл используется инструмент **Растр в видео (Raster To Video)**

Переструктуризация растровых данных в векторные

Растр в полигоны

Входной растр
srtm_43_02.tif

Поле (дополнительно)
Value

Выходные полигональные объекты
C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\RasterT_tif1

Упростить полигоны (дополнительно)

Поле (дополнительно)

Поле, используемое для присвоения значений из ячеек в входном растре в полигоны в выходном наборе данных.

Может быть целочисленным, с плавающей точкой или строковым.

OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

ArcToolbox

- ArcToolbox
 - Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Excel
 - JSON
 - B Collada
 - B dBase
 - B KML
 - B базу геоданных
 - B Покрытие
 - B растр
 - B САПР
 - B шейп-файл
 - Из GPS
 - Из KML
 - Из WFS
 - Из растра
 - Растр в ASCII
 - Растр в видео
 - Растр в линии
 - Растр в полигоны
 - Растр в точки
 - Растр в файл с плавающей точкой
 - Метаданные
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика

ПЕРЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ЦМР ИЗ РАСТРА В ПОЛИГОНЫ

The screenshot displays the ArcMap interface with the following components:

- Table of Contents (Таблица содержания):** Lists layers including 'RasterT_Extract111_SimplifyP_Pnt', 'RasterT_Extract111_SimplifyP', 'RasterT_Extract111', and 'Extract_sr111'. A legend for 'Extract_sr111' shows a grayscale gradient from 'Низкий : 157' to 'Высокий : 236'.
- Main Map Area:** Shows a map with a light blue background and a complex network of black lines representing a grid or vector data.
- Right Panel (ArcToolbox):** Contains various tool categories, with 'Упростить полигон' (Simplify Polygon) highlighted under the 'Generalization' (Генерализация) section.
- Bottom Panel:** Shows a list of recent maps, including 'ЗЕМЛЯ БЕЛАРУСИ.mxd' and 'LANDSAT_GORKI_23_03_2017'. A status bar at the bottom right indicates the active tool 'Упростить полигон' with coordinates '607269.55 6016811.278 Метры' and the date '16.04.2018'.

Инструменты для конвертации имеющихся форматов в растровые выходные данные

Инструмент

[ASCII в растр](#)

Описание

Конвертирует ASCII файл, содержащий растровые данные в набор растровых данных.

[ЦМР в растр](#)

Конвертирует цифровую модель рельефа (DEM) в формате United States Geological Survey (USGS) в набор растровых данных.

[Объекты в растр](#)

Конвертирует пространственные объекты в растры.

[Файл с плавающей точкой в растр](#)

Конвертирует файл, содержащий бинарные значения с плавающей точкой, представляющие растровые данные, в набор растровых данных.

[Набор данных LAS в растр](#)

Создает растр, используя значения высоты, интенсивности или цвета RGB, на основе лидарных точек, на которые ссылается набор данных LAS.

[Мультипатч в растр](#)

Конвертирует объекты мультипатч в набор растровых данных.

[Точки в растр](#)

Конвертирует точечные пространственные объекты в набор растровых данных.

[Полигон в растр](#)

Конвертирует полигональные пространственные объекты в набор растровых данных.

[Полилинии в растр](#)

Конвертирует линейные пространственные объекты в набор растровых данных.

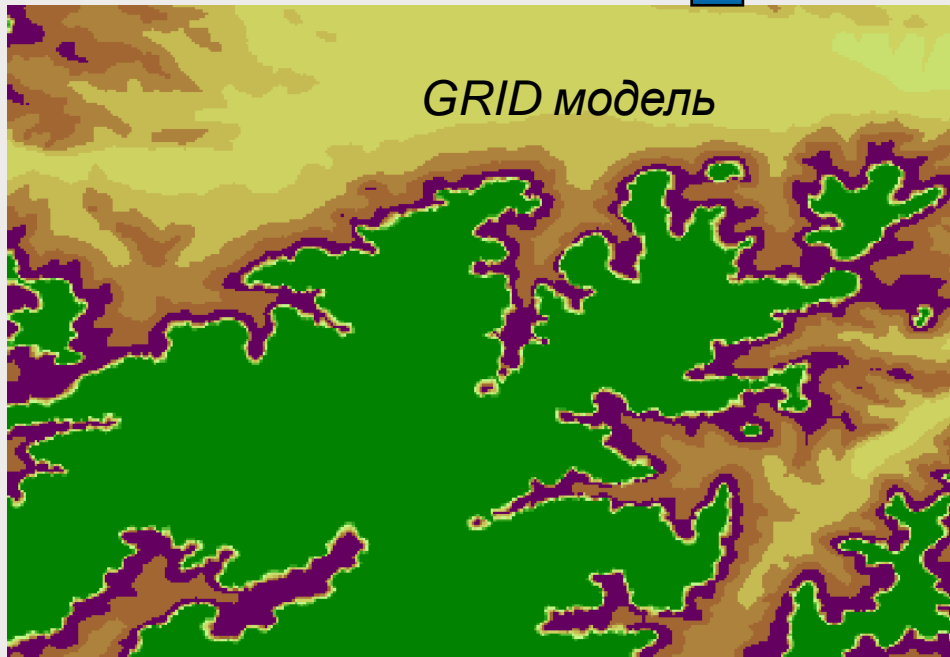
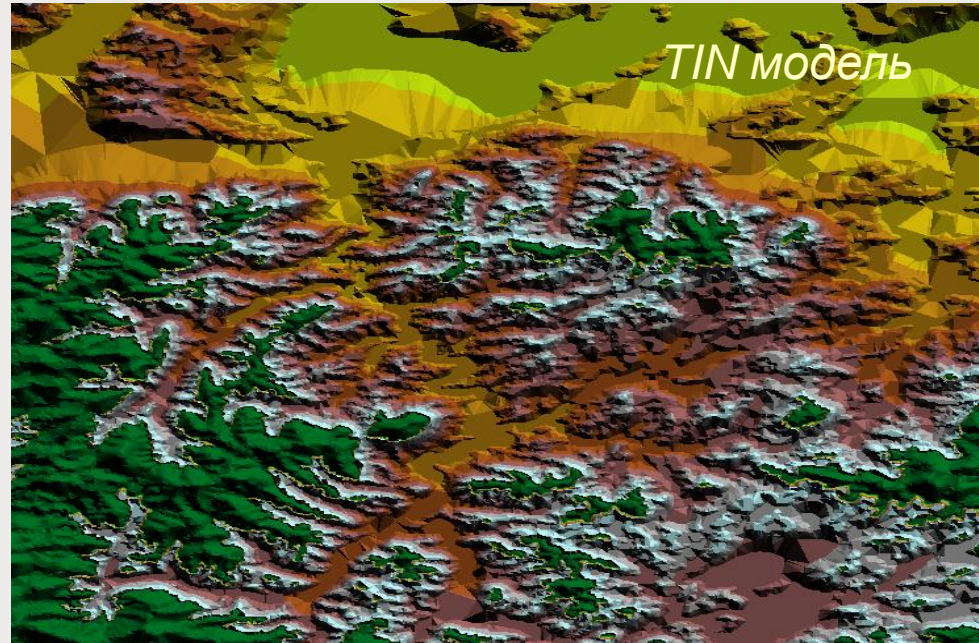
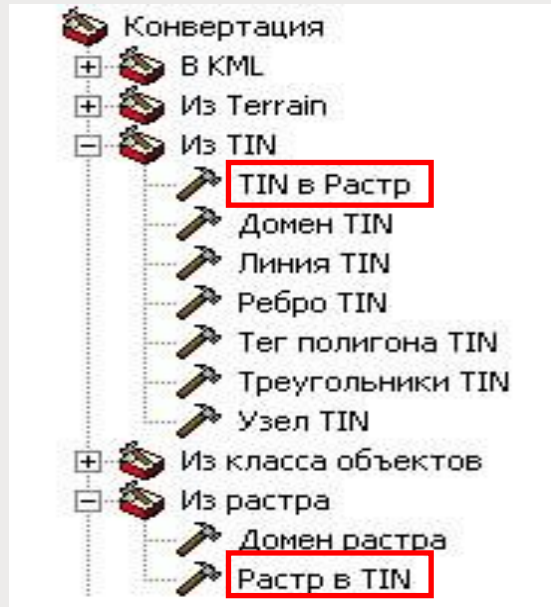
[Растр в другой формат](#)

Конвертирует один или несколько наборов растровых данных в другой формат.

Инструменты для конвертации имеющихся форматов в векторные выходные данные

Инструмент	Описание
<u>Растр в ASCII</u>	Конвертирует набор растровых данных в текстовый файл ASCII, содержащий растровые данные.
<u>Растр в файл с плавающей точкой</u>	Конвертирует набор растровых данных в файл, содержащий растровые данные в виде бинарных значений с плавающей точкой.
<u>Растр в точки</u>	Конвертирует набор растровых данных в точечные пространственные объекты.
<u>Растр в полигоны</u>	Конвертирует набор растровых данных в полигональные пространственные объекты.
<u>Растр в линии</u>	Конвертирует набор растровых данных в полилинейные объекты.


КОНВЕРТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ



Преобразование TIN в растр проводится для расширенного моделирования поверхностей или для извлечения из TIN информации об уклоне или экспозиции склонов.

2. Анализ геопространственных данных. Интерполяция

Возможности модуля Geostatistical Analyst



Изучение пространственных данных с помощью инструментов исследовательского анализа

Создание непрерывных поверхностей или карт на основе измерений, сохраненных в точечном векторном или растровом слое, либо при использовании центроидов полигонов. В качестве опорных точек могут выступать такие измерения, как высота, глубина воды или уровни загрязнения.

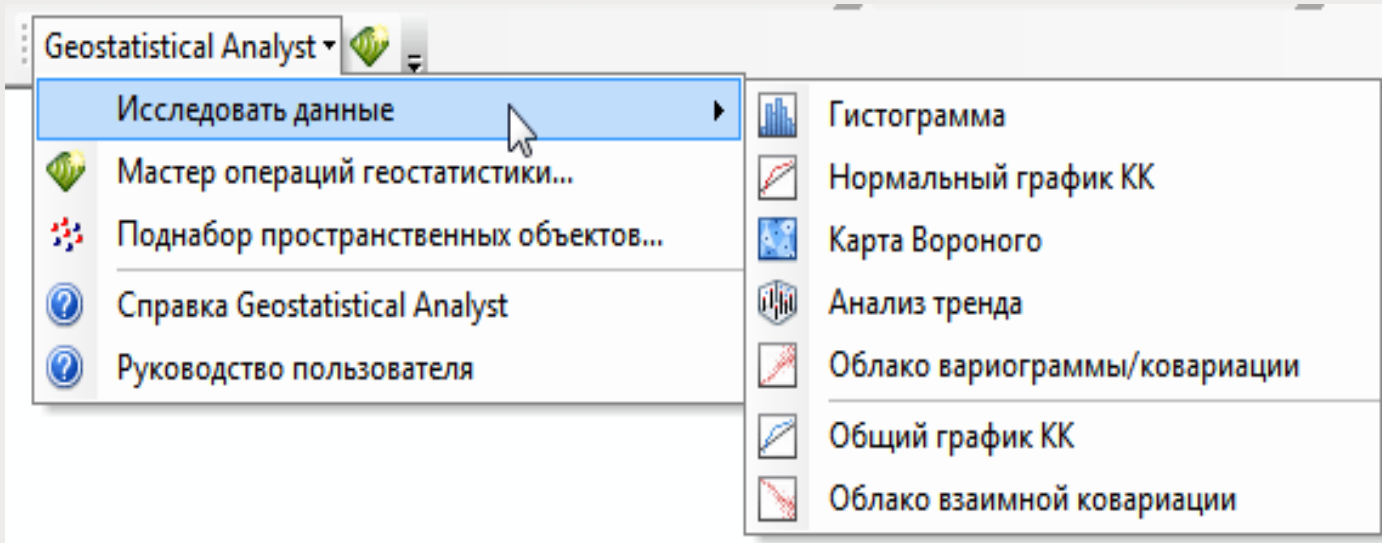
При использовании совместно с ArcMap ArcGIS Geostatistical Analyst предоставляет обширный набор инструментов для создания поверхностей, которые облегчают визуализацию, анализ и понимание пространственных явлений.

Модуль Geostatistical Analyst

Geostatistical Analyst состоит из трех
ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ:

- Набор графиков для исследовательского анализа пространственных данных (ESDA)
- Мастер операций геостатистики Geostatistical Wizard
- Набор инструментов ArcGIS Geostatistical Analyst Extension с инструментами геообработки, разработанный специально для расширения возможностей мастера Geostatistical Wizard и позволяющий анализировать создаваемые поверхности (расположен в модуле ArcToolbox).

В состав инструментов ESDA входят:



ГИСТОГРАММА - исследует распределение и суммарную статистику набора данных.

НОРМАЛЬНЫЙ ГРАФИК КК — проверяет нормальность распределения набора данных. **КАРАТ ВОРОНОГО** — визуально исследует пространственную вариабельность и стационарность набора данных.

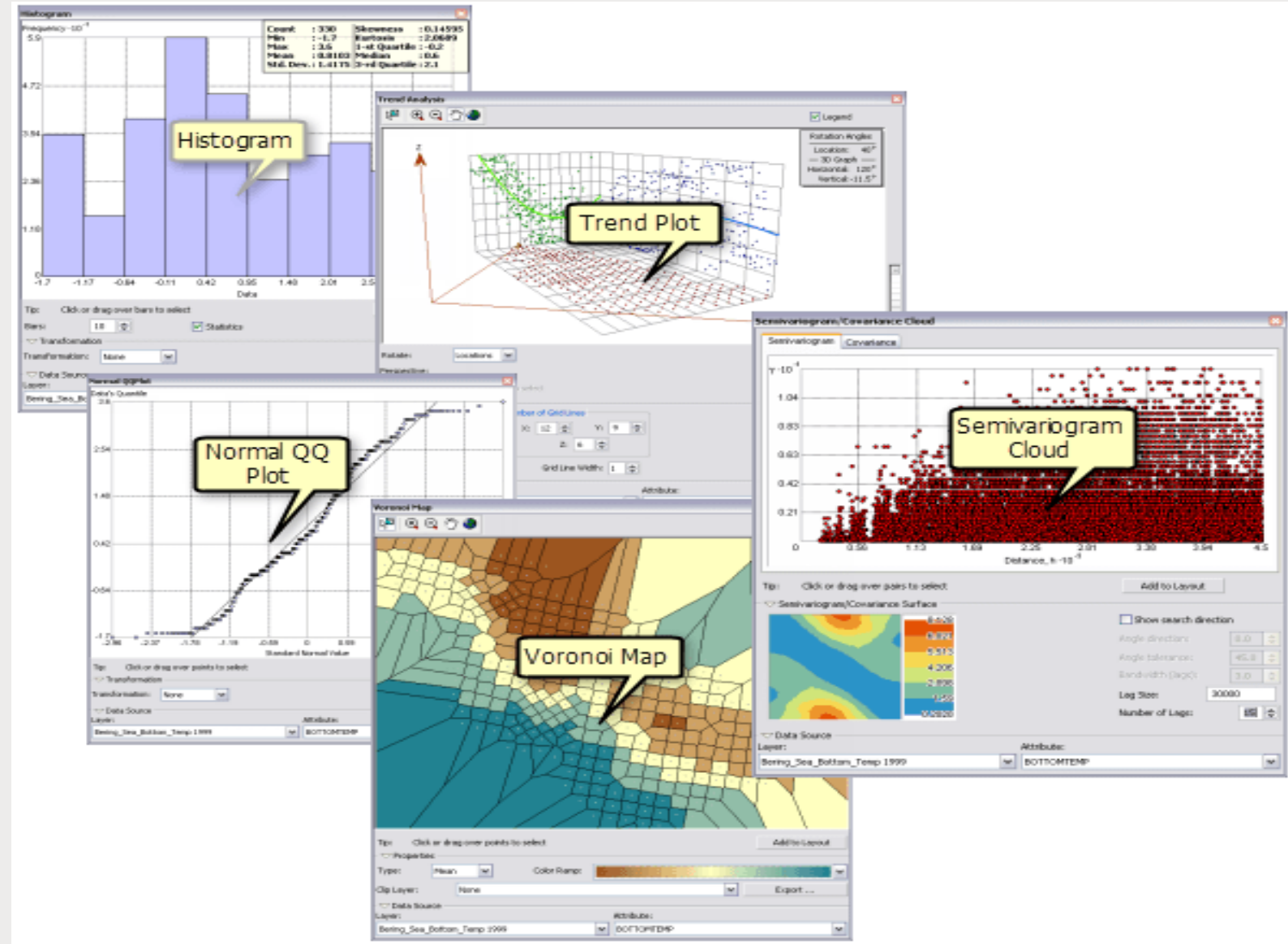
АНАЛИЗ ТРЕНДА — визуализирует и исследует пространственные тренды в наборе данных.

ОБЛАКО ВАРИОГРАММЫ/КОВАРИАЦИИ — оценивает пространственную зависимость (вариограмму и ковариацию) в наборе данных.

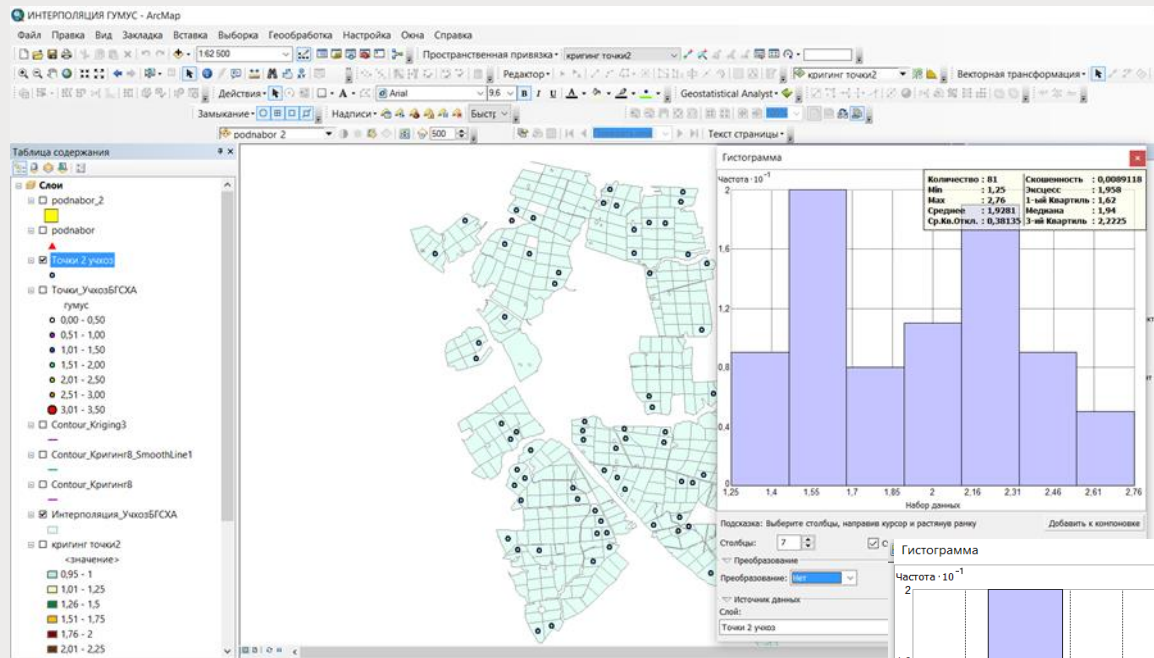
ОБЩИЙ ГРАФИК КК - исследует возможность наличия одинакового распределения в двух наборах данных соответственно.

ОБЛАКО ВЗАИМНОЙ КОВАРИАЦИИ — проверяет пространственную зависимость (взаимную ковариацию) между двумя наборами данных.

Инструменты для исследования одного набора данных



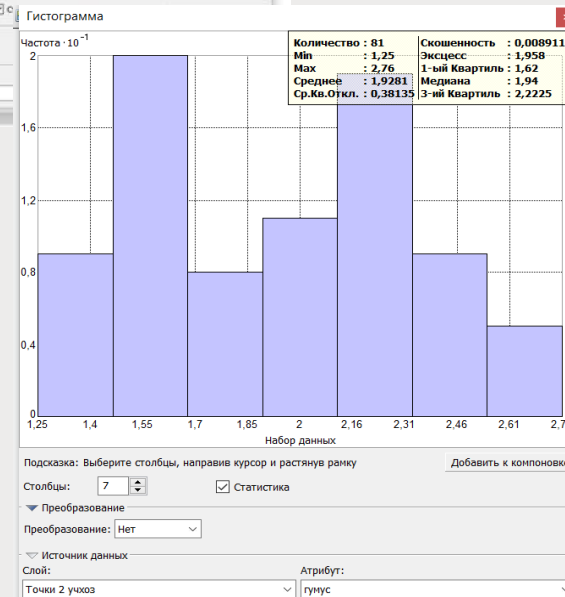
ГИСТОГРАММА



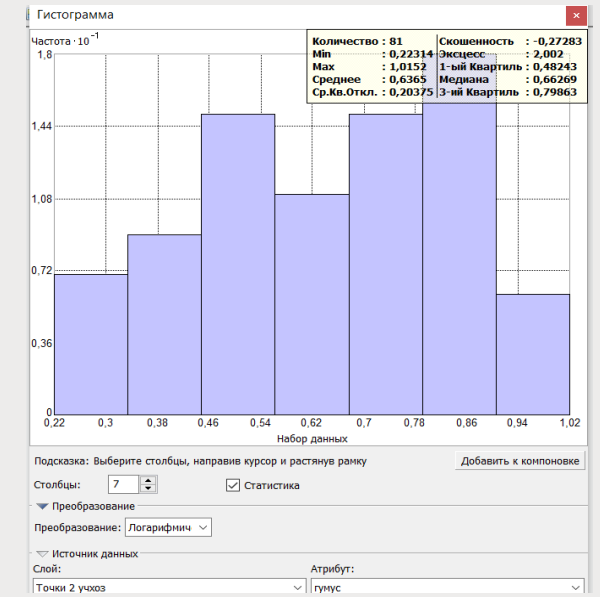
С помощью гистограммы можно исследовать форму распределения данных. Если распределение данных имеет несколько пиков (экстремумов), то есть данные распределены асимметрично, к ним применяется логарифмическое преобразование, которое приближает распределение к нормальному.

Логарифмическое преобразование часто используется, когда данные смещены в положительном или отрицательном направлении и присутствует мало очень больших или слишком малых значений.

Преобразование по методу арксинуса может быть использовано для данных, которые представляют относительное содержание или проценты.



Гистограмма данных без преобразования



Гистограмма данных после логарифмического преобразования

НОРМАЛЬНЫЙ ГРАФИК КК

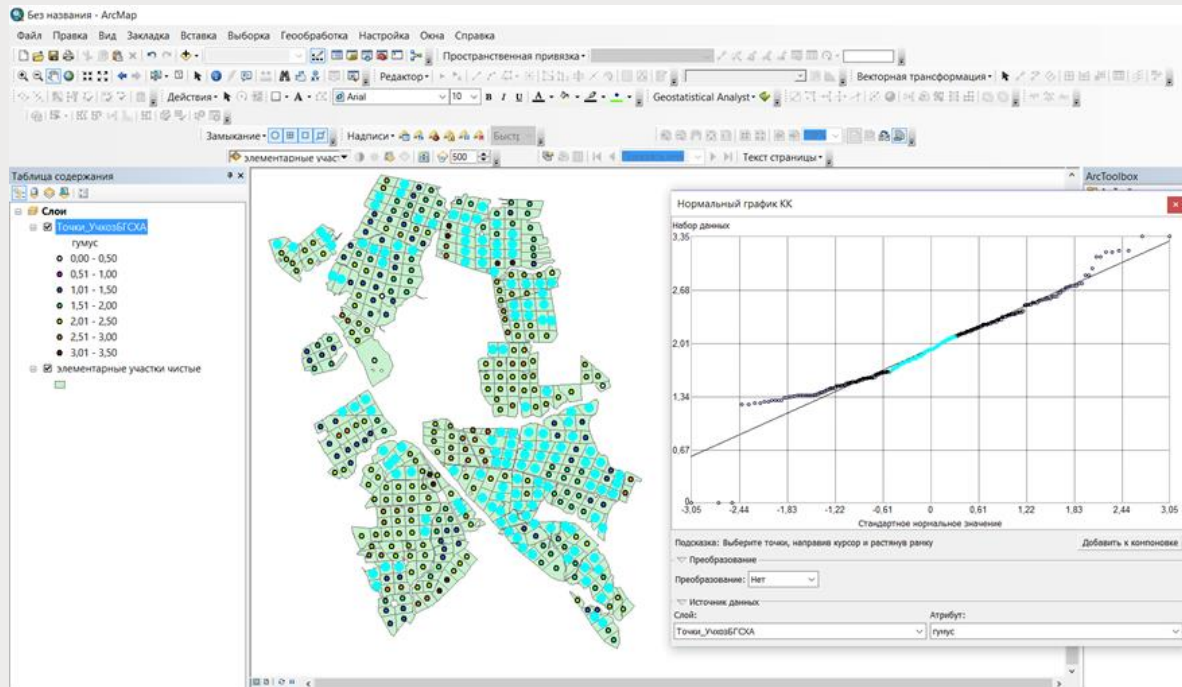
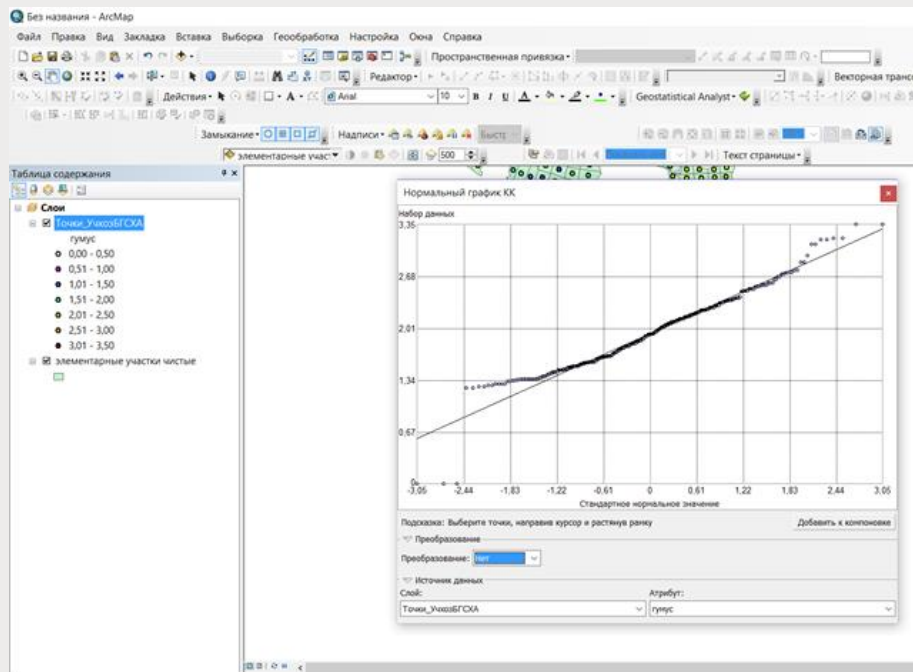
Используя данную опцию проверяют нормальность распределения набора данных.

Точки нормального графика КК дают представление об одномерной нормальности набора данных.

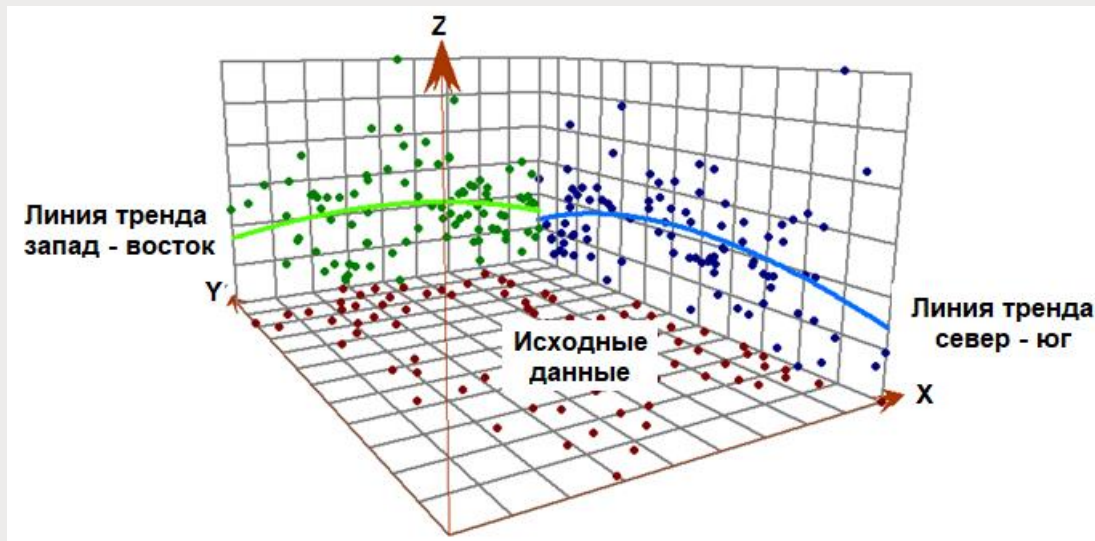
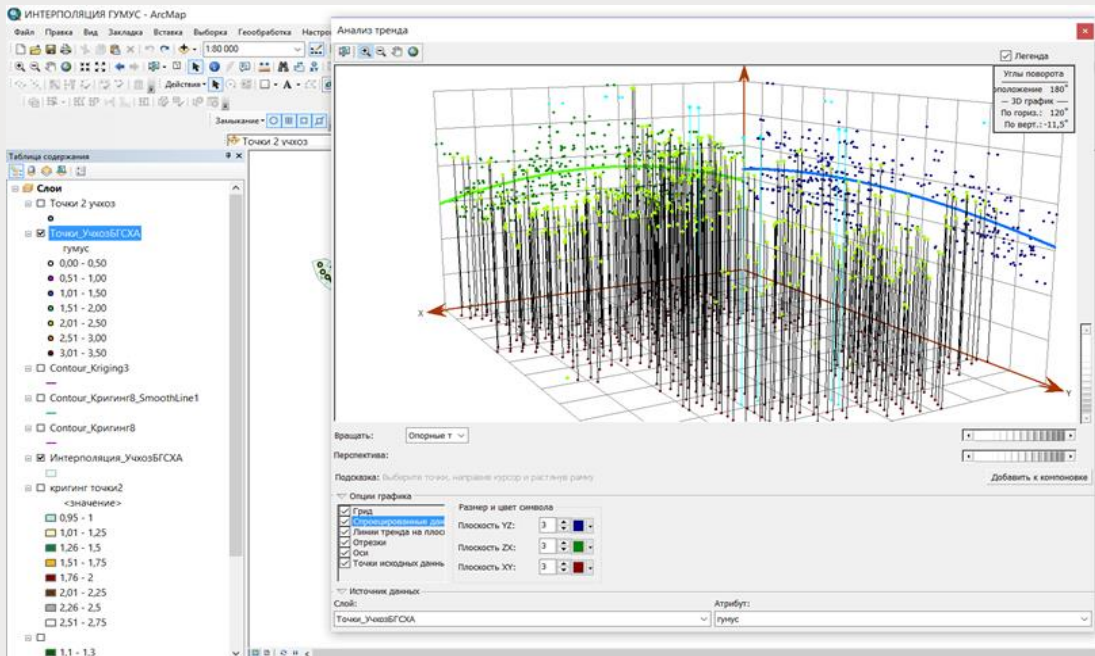
Если данные распределены нормально, точки выстроятся на базовой линии, проходящей под углом 45 градусов.

Если данные не распределены нормально, точки будут отклоняться от базовой линии.

Значения квантилей стандартного нормального распределения нанесены на ось X нормального графика КК, а соответствующие значение квантилей набора данных - на ось Y.

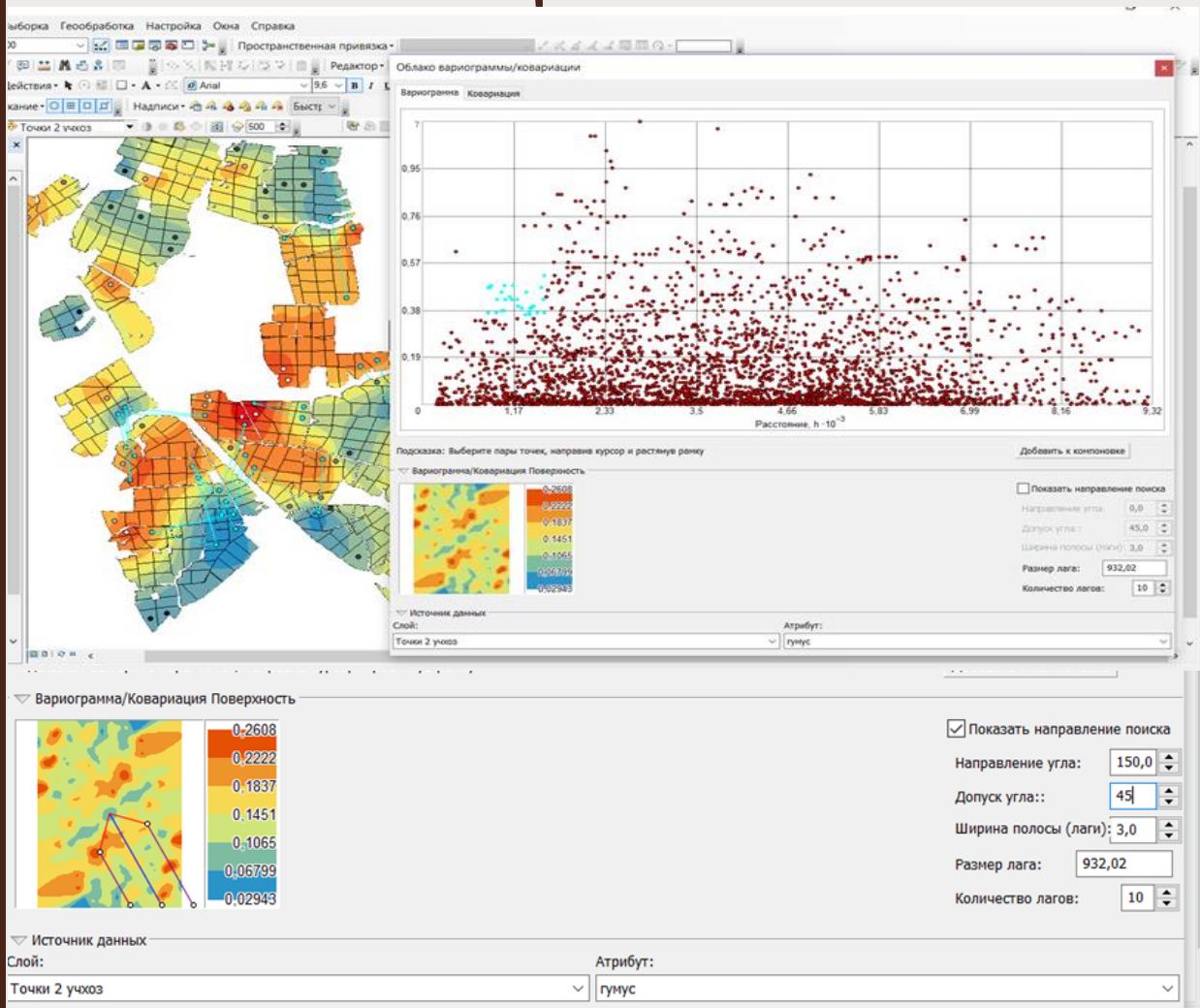


АНАЛИЗ ТРЕНДА



С помощью данного инструмента можно выявлять тренды в наборе входных данных. Он позволяет отображать данные в трехмерной перспективе. Местоположения опорных точек наносятся на плоскость x, y . Над каждой точкой значение атрибута отображается высотой отрезка (оси z). Уникальной особенностью инструмента «Анализ тренда» является то, что значения проецируются на плоскости x, z и y, z в виде диаграмм рассеивания. Также это применимо к видам сбоку посредством трехмерных данных. Затем на проецируемых плоскостях выполняется подгон полиномов с помощью диаграмм рассеивания. Дополнительной особенностью является возможность вращения данных для отделения трендов направления.

ОБЛАКО ВАРИОГРАММЫ/ КОВАРИАЦИИ



Облако вариограммы/ковариации позволяет проанализировать пространственную автокорреляцию между измеренными точками выборки. В общем случае предполагается, что объекты, расположенные близко друг к другу, более схожи, чем удаленные друг от друга. Облако вариограммы/ковариации позволяет проверить эту взаимосвязь. Для этого значение вариограммы, которое представляет собой квадрат разницы между значениями каждой пары местоположений, наносится на график по оси y, а по оси x откладывается расстояние между точками измерений в каждой паре. Каждая красная точка в облаке вариограммы/ковариации представляет пару местоположений.

GEOSTATISTICAL WIZARD

The screenshot displays the Geostatistical Wizard interface in three stages:

- Step 1: Inverse Distance Weighting** - Shows a list of methods under "Deterministic methods" and "Geostatistical methods". A callout box labeled "Choice of methods and input data" points to this section.
- Step 2: Method Properties** - Shows configuration options for the Inverse Distance Weighting method, such as "Power" (set to 2) and "Search Neighborhood" (set to 15 neighbors). A callout box labeled "Method parameters and preview of the output surface" points to a map showing a spatial distribution of data points and a resulting surface.
- Step 3: Cross Validation** - Shows a table of predicted vs. measured values and a scatter plot of predicted vs. measured values. A callout box labeled "Predictions and model performance" points to the scatter plot.

St...	Included	Measured	Predicted	Error
52647	Yes	-0.29008...	-0.13003...	0.06099...
52648	Yes	-0.30008...	-0.09526...	0.20487...
52649	Yes	0.5	8.32168...	-0.1362
52650	Yes	3.20000...	2.80396...	-0.2996
52651	Yes	-0.29008...	-0.08186...	0.10811
52652	Yes	-1.5	-0.24140...	1.25857
52653	Yes	0	8.69945...	0.69945
52654	Yes	-0.40008...	-0.18088...	0.21911
52655	Yes	0.69999...	0.69999...	0
52656	Yes	3.29999...	3.29999...	0
52657	Yes	-0.30008...	-0.11114	0.18894
52658	Yes	0.5	8.87941...	-0.4264
52659	Yes	0.99999...	1.13902...	-1.3605
52660	Yes	1.40000...	8.87447...	-0.1258
52661	Yes	1	8.87773...	-0.1226
52662	Yes	-0.30008...	1.80557...	-0.4114
52663	Yes	1.5	8.87941...	-0.4264
52664	Yes	2.5	1.13902...	-1.3605
52665	Yes	0.10000...	8.89418...	-0.9439
52666	Yes	2.20000...	1.80552...	-0.2164
52667	Yes	-0.69999...	-0.34226...	0.35777
52668	Yes	-0.30008...	-0.10474...	0.19821
52669	Yes	0.99999...	-0.36981...	-1.2938

Geostatistical Wizard — это динамический набор страниц, которые разработаны с целью проведения пользователя через процесс построения модели интерполяции и оценки ее качества. Выбор, сделанный на странице, определяет доступные параметры на следующих страницах и способы взаимодействия с данными для построения подходящей модели. Мастер ведет пользователя от точки выбора метода интерполяции до просмотра итоговой статистики, позволяющей оценить ожидаемое качество модели.

Во время построения модели интерполяции мастер позволяет вносить изменения в значения параметров, предлагает оптимальные значения и позволяет двигаться вперед или возвращаться назад для оценки результатов перекрестной проверки, чтобы определить удовлетворяет ли текущая модель требованиям или необходимо изменить значения параметров.

Geostatistical Wizard предоставляет доступ к нескольким методам интерполяции, которые подразделяются на два основных типа:

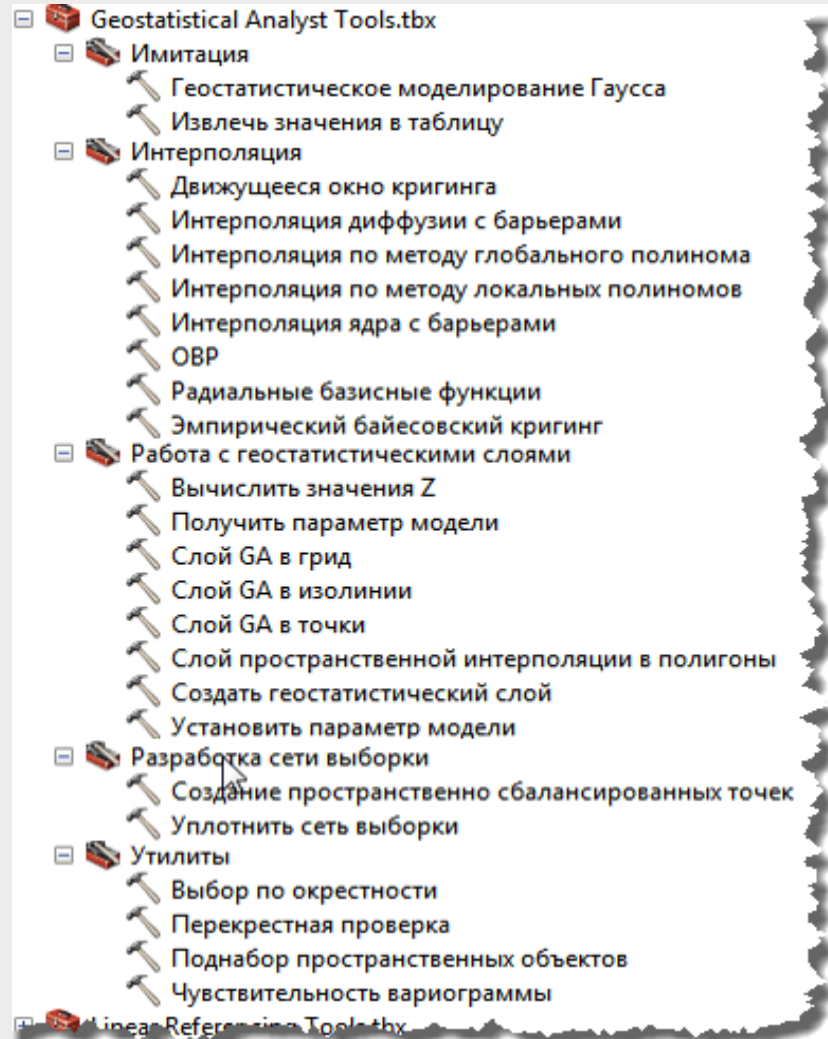
ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ создают поверхности из измеренных значений

- Метод обратных взвешенных расстояний (Inverse Distance Weighted)
- Интерполяция по методу глобального полинома (Global Polynomial Interpolation)
- Интерполяция по методу локального полинома (Local Polynomial Interpolation)
- Радиальные базисные функции (Radial Basis Functions)
- Интерполяция с барьерами (использующая в процессе интерполяции проницаемые или полупроницаемые барьеры)
 - Ядро диффузии (Diffusion kernel)
 - Сглаживание ядра (Kernel smoothing)

ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИЕ используют для построения поверхности статистические свойства измеренных значений

- Ординарный кригинг (Ordinary Kriging)
- Простой кригинг (Simple Kriging)
- Универсальный кригинг (Universal Kriging)
- Индикаторный кригинг (Indicator Kriging);
- Вероятностный кригинг (Probability Kriging);
- Дизъюнктивный кригинг (Disjunctive Kriging);
- Площадная интерполяция (Areal interpolation)
- Эмпирический байесовский кригинг (Empirical Bayesian Kriging)

Набор инструментов Geostatistical Analyst



Интерполяция — содержит инструменты геообработки, которые выполняют интерполяцию (как и мастер Geostatistical Wizard) и могут использоваться как автономные инструменты или в окнах ModelBuilder и Python

Разработка сети выборки — содержит инструменты, содействующие в проектировании или изменении существующих сетей опорных точек/мониторинговых сетей

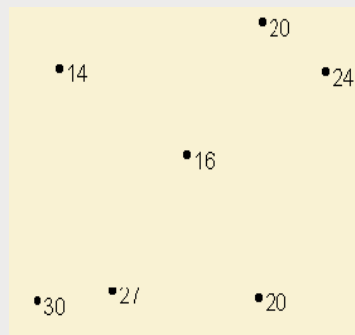
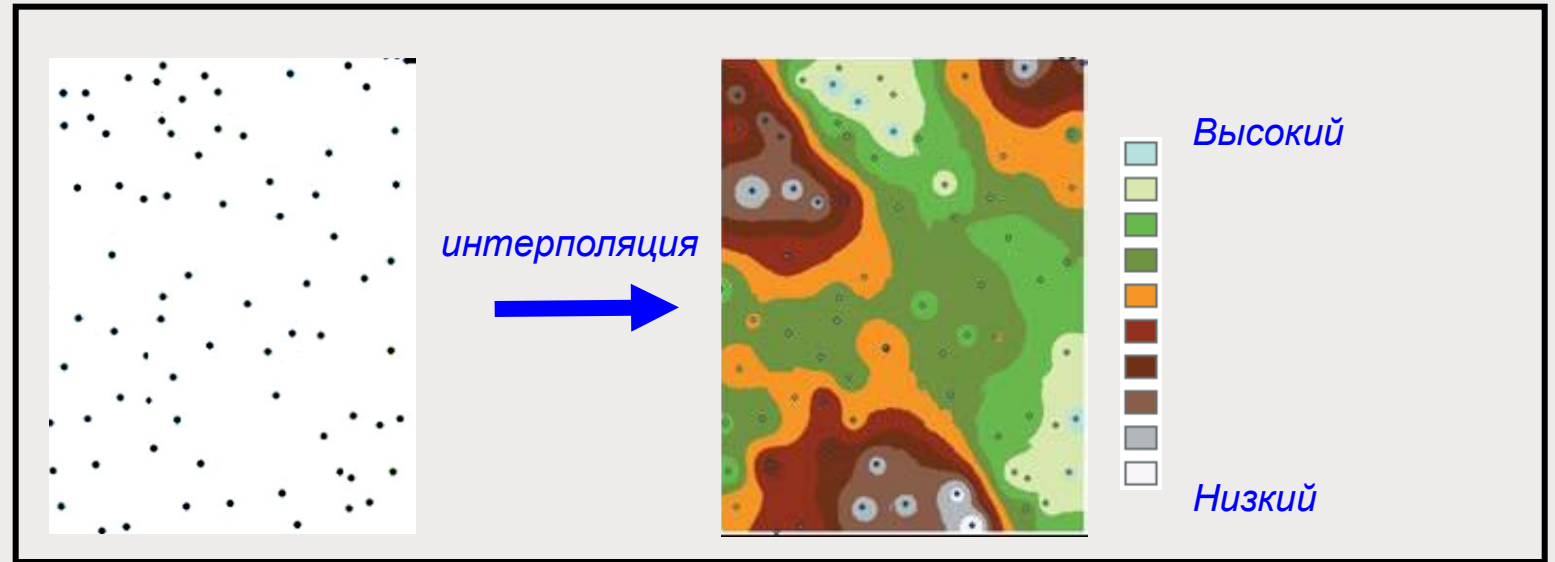
Имитация — дополняет возможности кригинга, выполняя геостатистическое моделирование, и разрешает извлечение смоделированных результатов для точек или для полигональных участков

Утилиты — содержит инструменты общего назначения для извлечения поднаборов данных; для выполнения перекрестной проверки для оценки качества модели; для проверки чувствительности к изменению параметров вариограммы и для визуального представления окрестностей, которые используются инструментами интерполяции

Работа с геостатистическими слоями — инструменты, генерирующие проинтерполированные значения для точечных местоположений. Экспортируют геостатистические слои в растровый и векторный формат, выбирают и устанавливают параметры модели интерполяции в XML-файле параметров и создают новые геостатистические слои на основе XML-файла параметров и наборов данных.

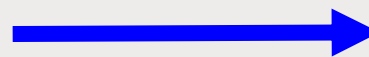
ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Интерполяция используется для создания поверхности по ограниченному числу замеров какого-либо параметра. Каждый объект слоя точек это - место, где проводилось измерение. С помощью интерполяции рассчитываются значения между точками измерений.



Точечный набор известных значений

интерполяция



13	14	16	20	23
14	14	16	19	24
18	16	16	18	22
24	22	19	19	21
30	27	23	20	20

Растр, интерполированный по точкам.
Ячейки, выделенные красным, указывают точки исходного набора.

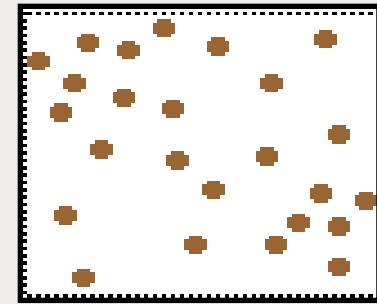
Интерполяция поверхностей – это процесс прогнозирования значений для точек, где нет измеренных значений, по ограниченному набору опорных точек с известными значениями.

Чтобы создать модель **непрерывной поверхности**, необходимо множество регулярно расположенных точек, однако сделать измерения в каждой **невозможно (!)**

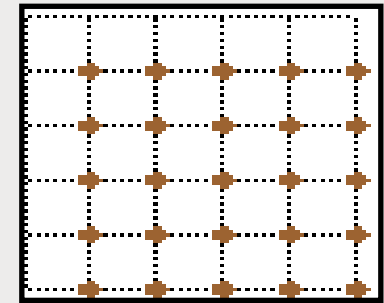
➤ Вместо этого берется **выборка точек**, для которых определяются значения (высота, концентрация и т.п.):

- **случайная** выборка – когда каждое место одинаково вероятно, чтобы быть выбранным;
- **регулярная** - проводится согласно правилу (например, через каждый 1 км);
- **упорядоченная** - когда известно, что генеральная совокупность содержит существенно различные подсовкупности.

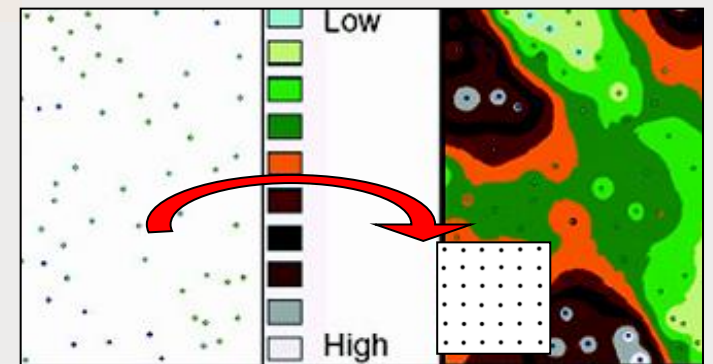
➤ Затем используются различные методы **интерполяции**, чтобы предсказать значения во всех точках растра по ограниченному набору опорных точек с известными значениями.



Случайная выборка



Регулярная выборка



ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ВАЖНО:

- Чем больше опорных точек и чем шире они распространены по поверхности, тем **достовернее** результаты интерполяции.
- **Интерполяция** основана на **предположении**, что чем **ближе** расположены точки, тем **больше похожи их свойства** (атрибуты) и наоборот.

Пространственная автокорреляция определяет зависимость между близкими и отдаленными пространственными объектами (пространственную структуру данных):

- **положительная** пространственная автокорреляция - это автокорреляция, при которой пространственно **близкие** объекты имеют **сходные атрибуты**;
- **отрицательная** – наоборот;
- **нулевая** - когда атрибуты объектов **не зависят от их положения**.

ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

В зависимости от *количества используемых опорных точек* выделяют:

- **глобальные** методы - вычисляют искомые значения с использованием **всего набора опорных точек** (**метод глобального полинома**);
- **локальные** методы - вычисляют неизвестные значения по опорным точкам, расположенным в **окрестностях** искомой точки (**ОВР, сплайн**).

В зависимости от того, *проходит или не проходит* поверхность, построенная с помощью детерминированных методов, **через опорные точки**, выделяют:

- **жесткий** интерполятор - дает в опорной точке значение, равное измеренному (**методы ОВР и сплайн**).
- **нежесткий** интерполятор - дает в опорной точке значение, отличное от измеренного, т. е., аппроксимирует значение в опорной точке (**глобальный полином**).

МЕТОД ОБРАТНЫХ ВЗВЕШЕННЫХ РАССТОЯНИЙ

Метод обратных взвешенных расстояний (Inverse Distance Weighting, IDW) рассчитывает значение каждой ячейки раstra, **усредняя** значения **опорных точек** в **заданной окрестности** данной ячейки, при условии, что чем **ближе** точка находится к центру расчетной ячейки, тем **больше ее вклад** (вес) в интерполируемое значение по сравнению с более удаленными.

Вес каждой опорной точки - **обратная функция расстояния** в некоторой степени (как правило, в степени 2):

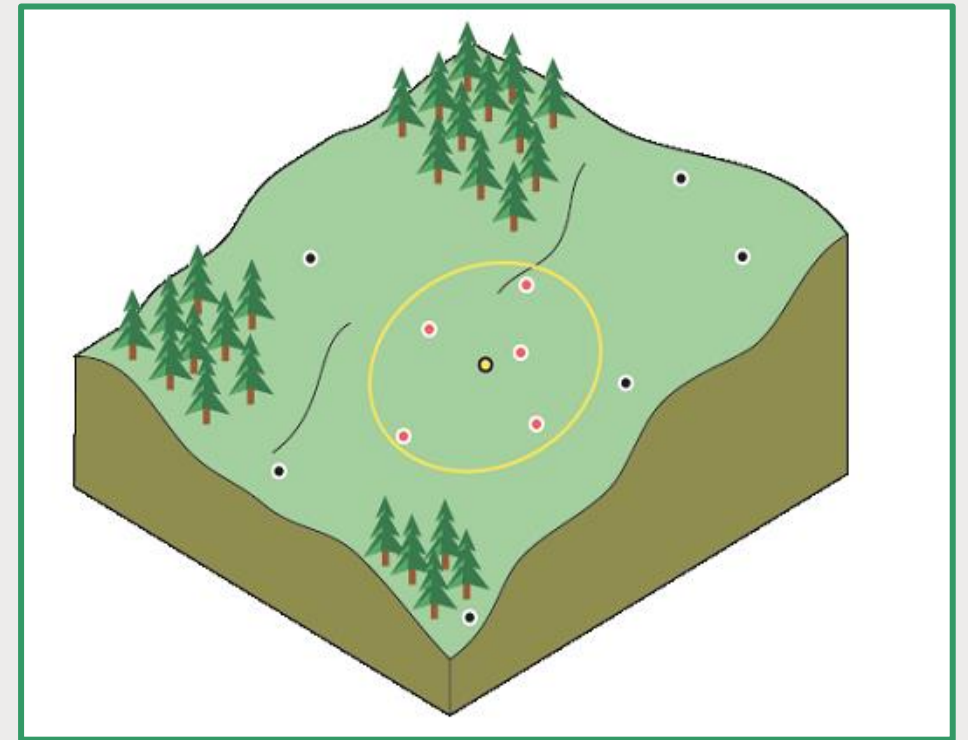
$$z = \frac{\sum_{j=1}^n w_j z_j}{\sum_{j=1}^n w_j},$$

где

z - рассчитываемое **средневзвешенное** значение обрабатываемой ячейки,

z_j - значения опорных точек, попавших в заданную окрестность,

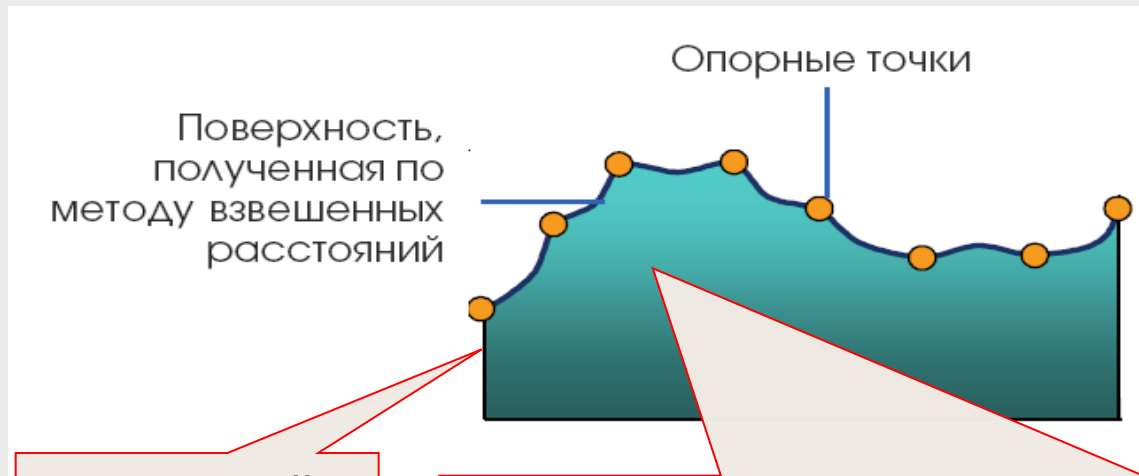
w_j (вес j -ой точки) – некоторая обратная функция расстояния (например, $w_j=1/r_j^2$).



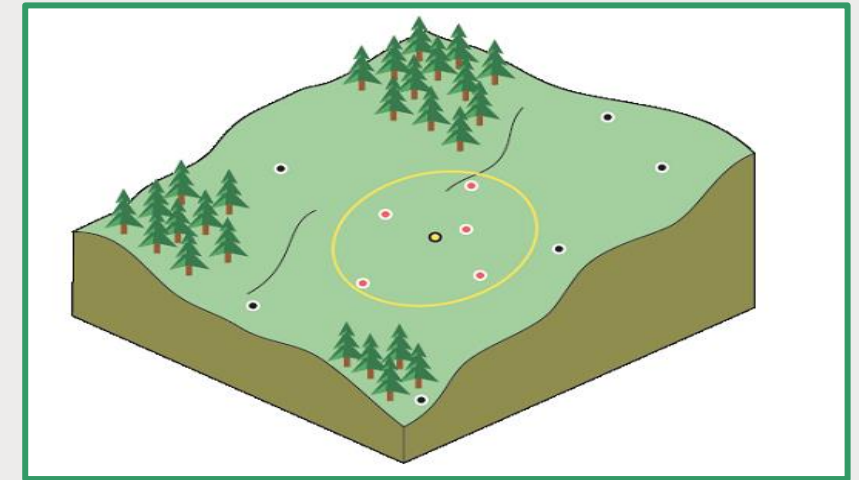
МЕТОД ОБРАТНЫХ ВЗВЕШЕННЫХ РАССТОЯНИЙ

Чем **больше** степень обратной функции расстояния ($w=1/r^n$), тем большее влияние имеют ближайшие точки и меньшее - удаленные. В результате поверхность становится **более детальной** и **менее сглаженной**.

Метод IDW с **достаточной точностью** интерполирует поверхность, если точки опробования распределены относительно равномерно и поверхность однородна.



ОВР- **жесткий**
локальный
интерполятор



Метод **ОВР** никогда не даст значений, которые будут выше максимальных или ниже минимальных значений опорных точек!

МЕТОД ОБРАТНЫХ ВЗВЕШЕННЫХ РАССТОЯНИЙ

Для расчета значений каждой ячейки может использоваться:

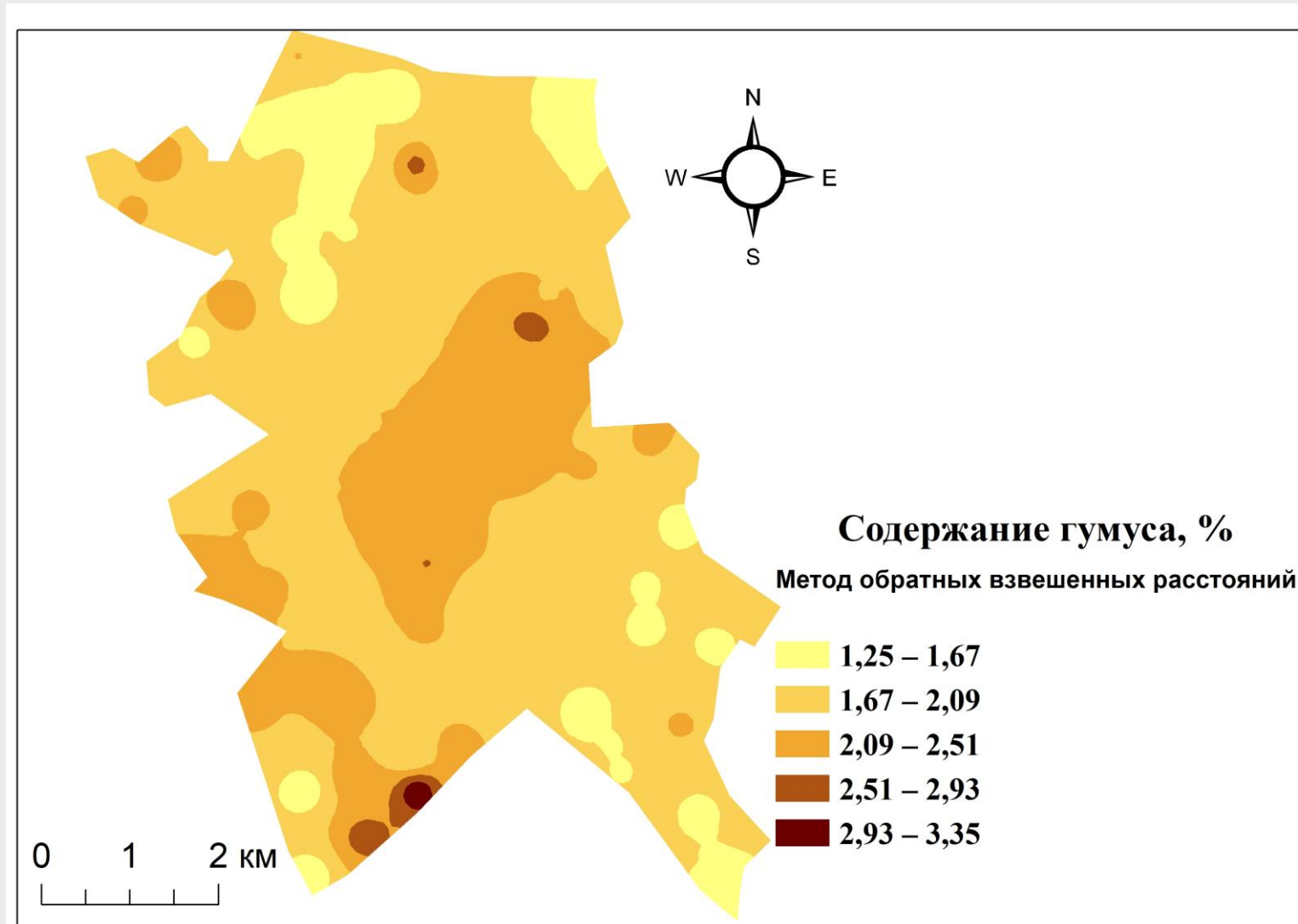
- **фиксированный** радиус поиска опорных точек с **переменным** количеством опорных точек;
- **переменный** радиус с **фиксированным** количеством опорных точек (ищутся ближайшие точки до тех пор, пока не будет найдено заданное их число).

При **фиксированном** радиусе возможно задание **минимального количества опорных точек**, необходимых для расчета.

Если в пределах установленного радиуса точек меньше заданного минимума, тогда радиус расширяется настолько, чтобы вмещать их минимальное количество.

При **переменном** радиусе возможно задание **максимального расстояния поиска**.

Результаты интерполяции содержания гумуса в пахотных землях РУП «Учхоз БГСХА» с использованием метода IDW



ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЛИНОМА (ТРЕНД-ИНТЕРПОЛЯЦИЯ)

Интерполяция по методу глобального полинома создает поверхность путем подбора математической функции (полинома заданного порядка) *ко всем входным точкам методом наименьших квадратов.*

При этом результирующая поверхность $f(x, y)$ *минимизирует отклонения от входных опорных точек* (чем меньше среднеквадратическая ошибка между рассчитанными и входными значениями, тем точнее интерполированная поверхность представляет входные точки):

- $\sum \varepsilon_i^2 = \sum [z_i - f(x_i, y_i)]^2 \rightarrow \min$

Полученная поверхность *редко когда проходит через заданные опорные точки.*

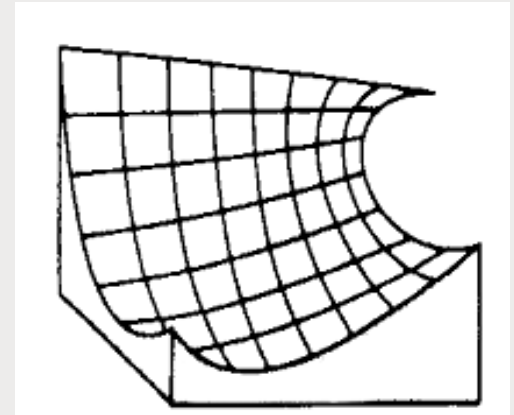
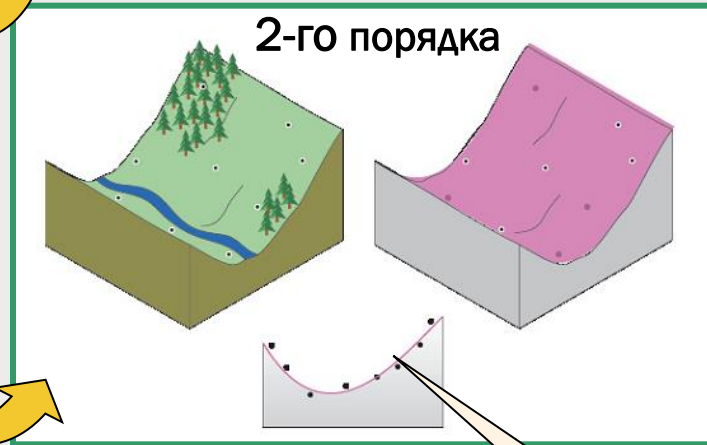
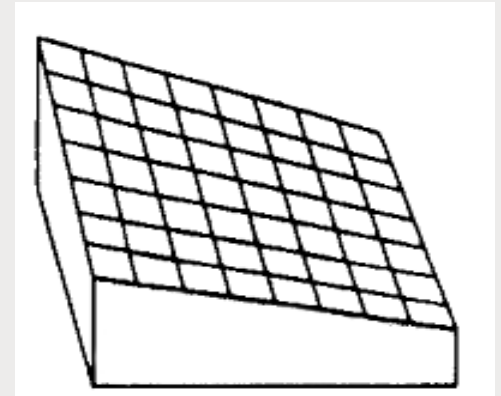
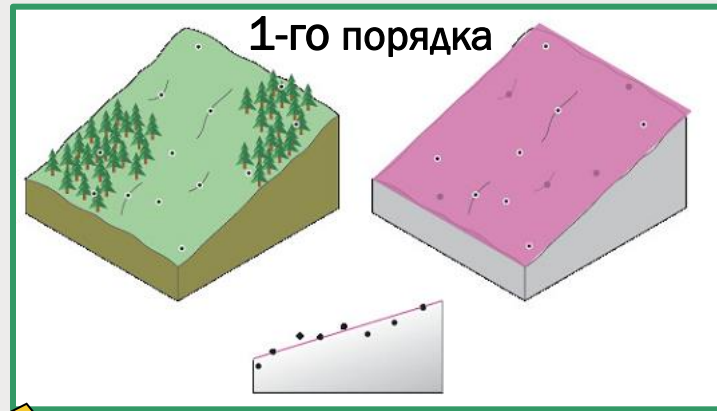
ВАЖНО:

- Используется, когда необходимо установить **общие тенденции** поверхности, а не выполнить точное моделирование мелких локальных неровностей, при этом моделируемый атрибут (показатель) в пределах изучаемой территории **должен меняться медленно.**

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЛИНОМА

Степень используемого полинома определяет величину волнистости поверхности:

- полином 1-го порядка - это плоскость, расположенная под некоторым углом (поверхность имеет **тенденцию** в одном направлении);
- полином 2-го порядка строит поверхность с одним изгибом;
- полином 3-го порядка создает поверхность с двумя изгибами.



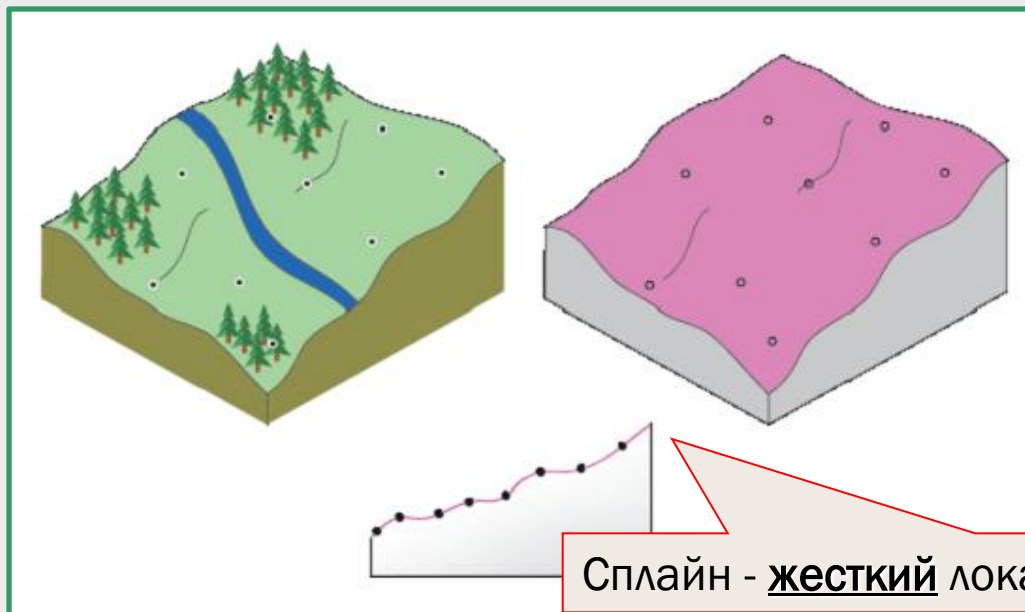
Метод тренда -
нежесткий
глобальный
интерполятор!

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОГО ПОЛИНОМА (СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИЯ)

Сплайн-интерполяция - создает поверхность с *минимальной кривизной*, точно проходящую через заданные опорные точки.

(Аналогия с куском тонкой растягиваемой резины, проходящей через заданные точки с минимизацией общей кривизны поверхности).

Сплайн-метод позволяет строить поверхности, учитывающие глобальный тренд наряду с локальными вариациями.



Минимальная кривизна поверхности означает, что **сумма квадратов величин второй производной**, взятых в каждой точке поверхности, должна быть **минимальной**.

Сплайн - жесткий локальный интерполятор!

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОГО ПОЛИНОМА

Слайн - это кусочно-заданная функция, совпадающая с функциями более простой природы на каждом элементе разбиения своей области определения.

При сплайн-интерполяции:

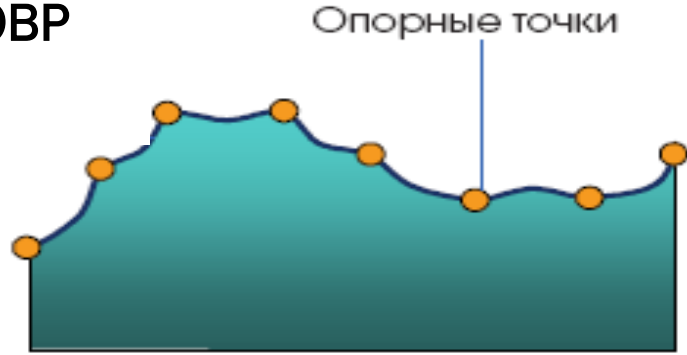
- все пространство делится на **равные участки** для локальной аппроксимации;
- для каждого участка подбирается математическая функция
- (алгебраический полином $\sum c_I x^{i_1} y^{i_2}$), точно проходящая
- через уточненное количество ближайших опорных точек;
- максимальная степень из использованных полиномов называется **степенью сплайна**.

Метод обеспечивает **гладкость** поверхности - ее непрерывность, дифференцируемость и непрерывность первой производной. Лучше всего подходит для **плавно изменяющихся поверхностей** (рельеф, концентрация загрязнений).

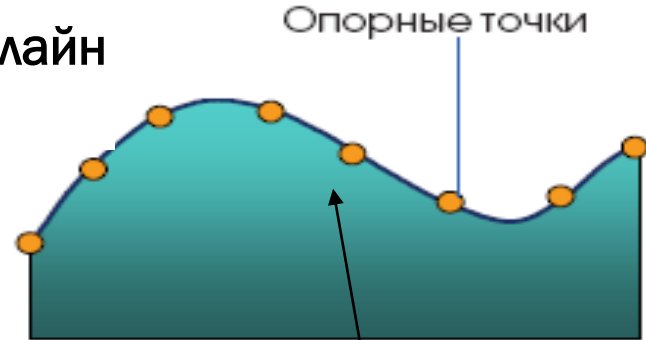
Метод не пригоден для поверхностей с **резкими изменениями исследуемых значений**.

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОГО ПОЛИНОМА

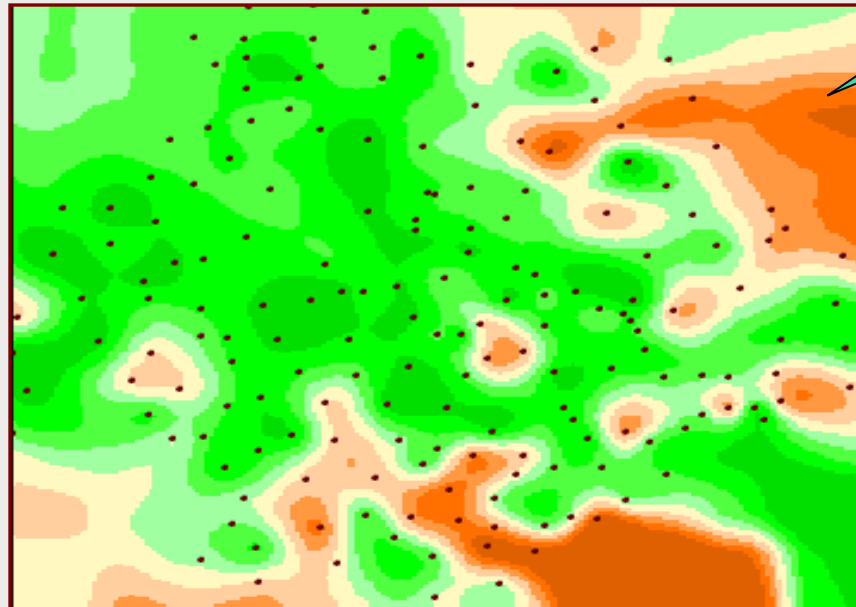
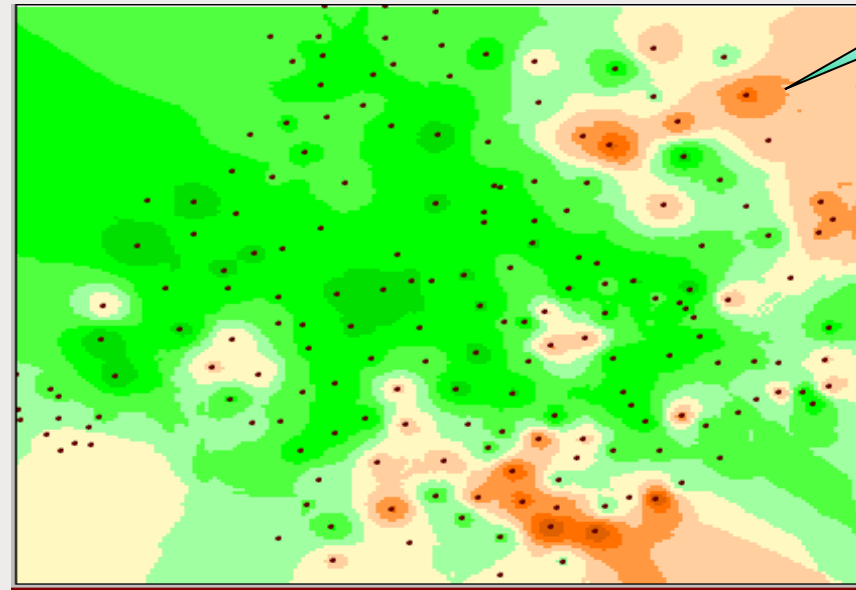
ОВР



Сплайн

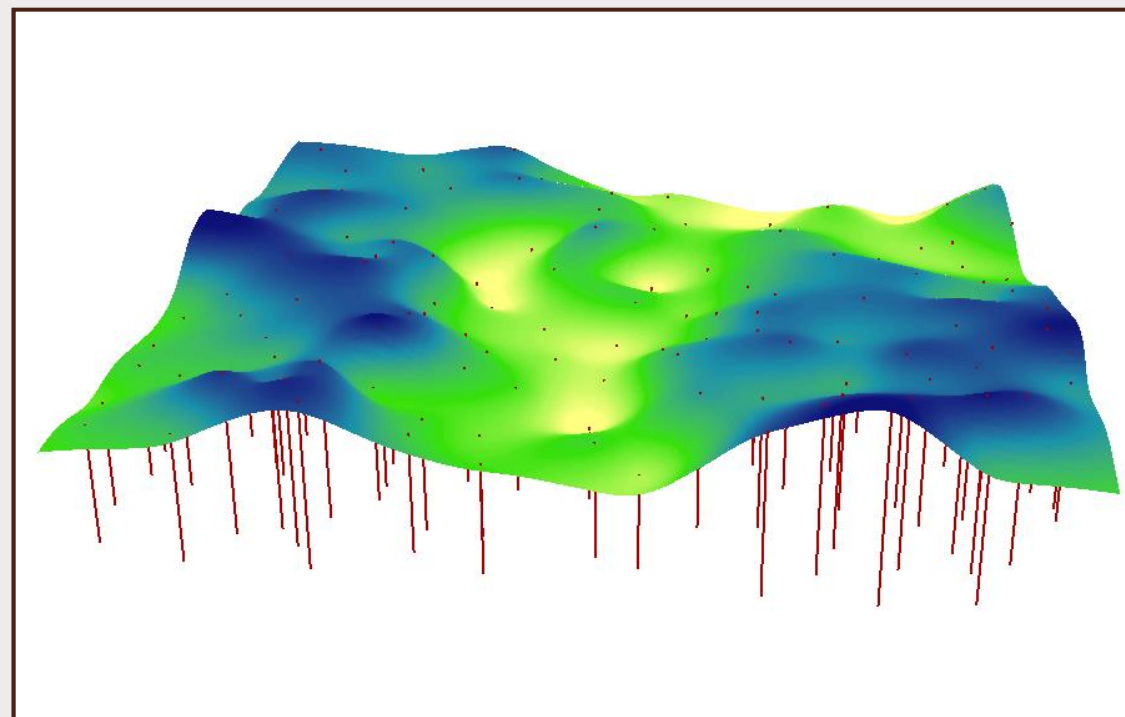
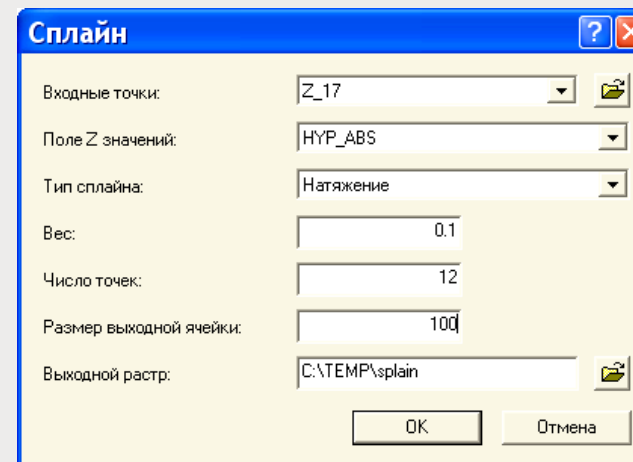
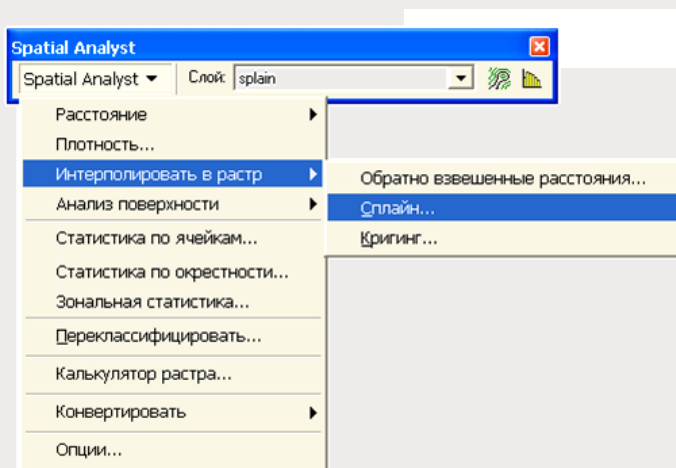


В отличие от ОВР, сплайн-интерполяция может давать значения выше максимальных и ниже минимальных измеренных значений.





ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ ЛОКАЛЬНОГО ПОЛИНОМА (СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИЯ)



ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

Кригинг - ключевой метод *геостатистики* для анализа пространственно-распределенных данных.

Он основывается на гипотезе о пространственной однородности («стационарность 2-го порядка»):

- *пространственная изменчивость, представленная значениями Z в исходных опорных точках, статистически однородна по всей поверхности;*
- *вариации в значениях исходных опорных точек зависят от **расстояния между ними**, но не зависят от их местоположения.*

Наборы точек, включающие *аномальные* впадины, высоты или другие какие-либо резкие изменения, *не предназначены* для кригинг-метода.

Кригинг обрабатывает поверхность, считая пространственные изменения значений $Z(s)$ в точках s в **общем случае** суммой **трех компонент**:

$$Z(s) = m(s) + e(s) + \delta, \text{ где}$$

- $m(s)$ - **структурная (неслучайная) компонента**, которая представляет поверхность как **общий тренд** в определенном направлении и может быть описана какой-либо математической функцией.
- Например, пологий склон (наклонная плоскость) может быть представлен полиномом 1-го порядка, долина U-образной формы - полиномом 2-го порядка.
- В большинстве случаев использования интерполяции по методу кригинга считается, что данные **не содержат никакой тенденции (тренда)**.
- $e(s)$ - **случайная, но пространственно-коррелированная компонента** - некоторые отклонения от общей тенденции (тренда), которые являются случайными, но связанными друг с другом пространственно.

Предположения, которые делаются относительно данной компоненты:

- среднее всех $e(s) = 0$;
- вариации значений $e(s)$ и $e(s+h)$ в любых точках s и $(s+h)$ зависят от смещения h (расстояния между точками), но не зависят от местоположения точек);

δ - **случайный шум**, не связанный с общей тенденцией и не имеющий пространственной автокорреляции (остаточная ошибка).

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

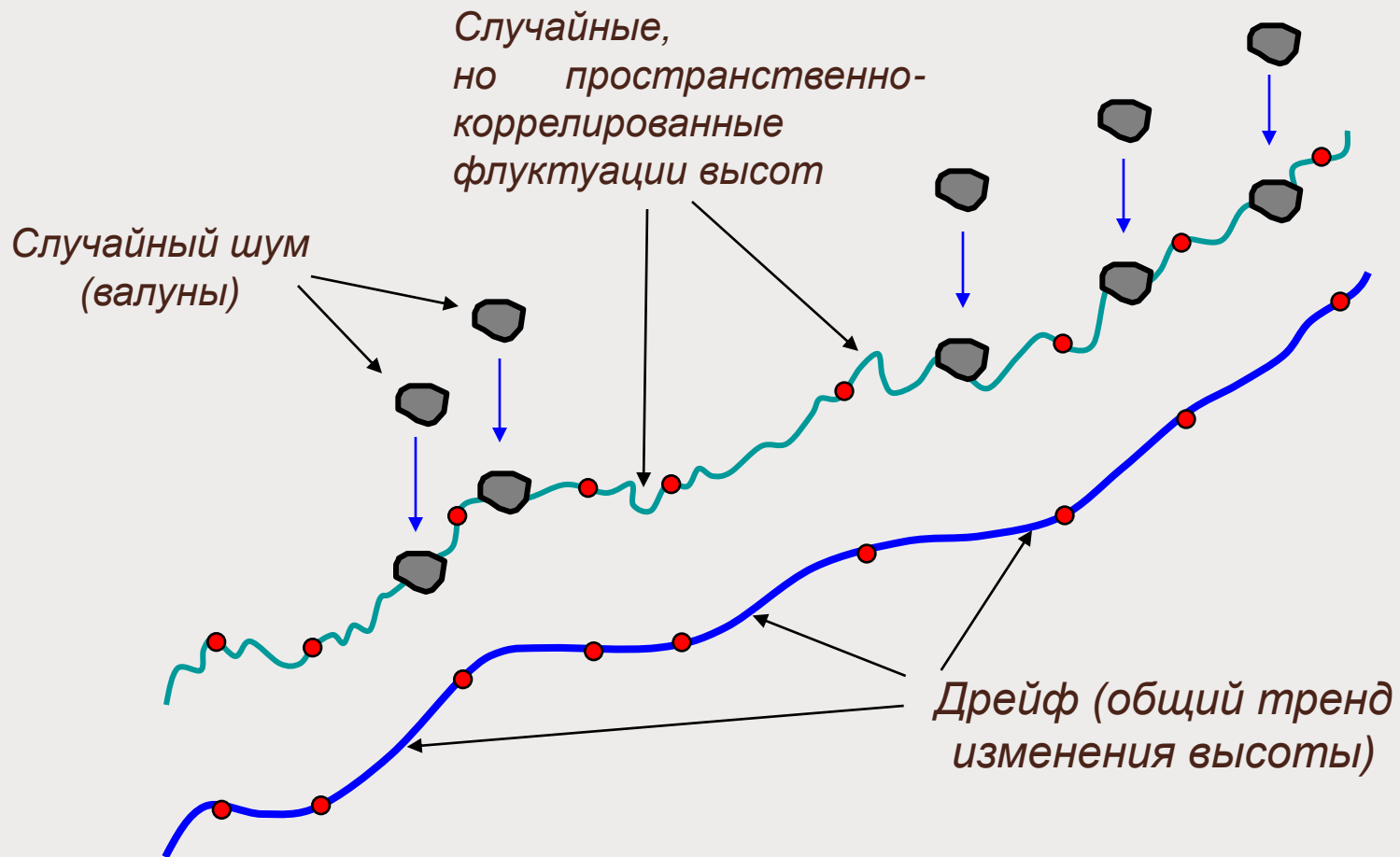


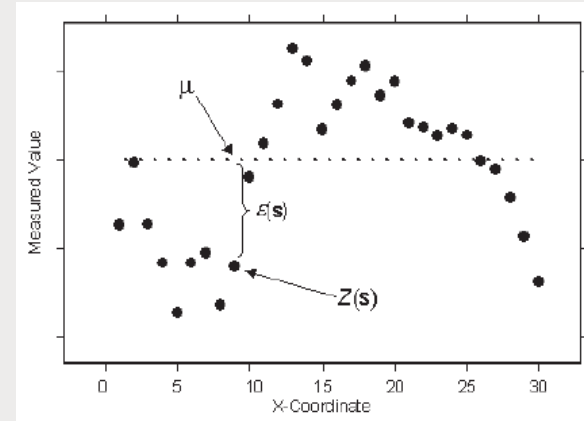
Иллюстрация элементов кригинга. Дрейф (общая тенденция), случайные, но пространственно коррелированные колебания высоты (небольшие отклонения от общей тенденции), и случайный шум.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КРИГИНГА

■ Ординарный:

$$Z(s) = m + e(s),$$

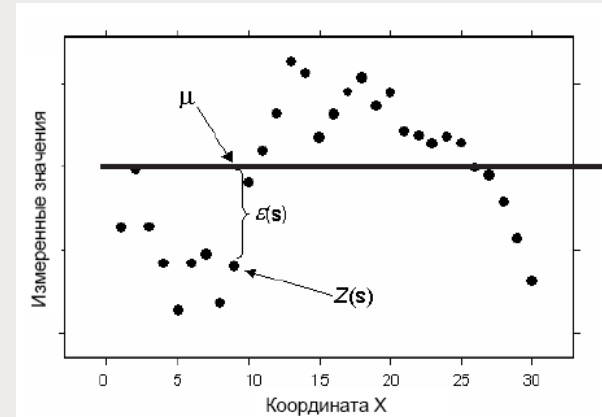
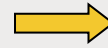
где m – неизвестная константа
(неизвестное постоянное
среднее всех значений $Z(s)$)



■ Простой

$$Z(s) = m + e(s),$$

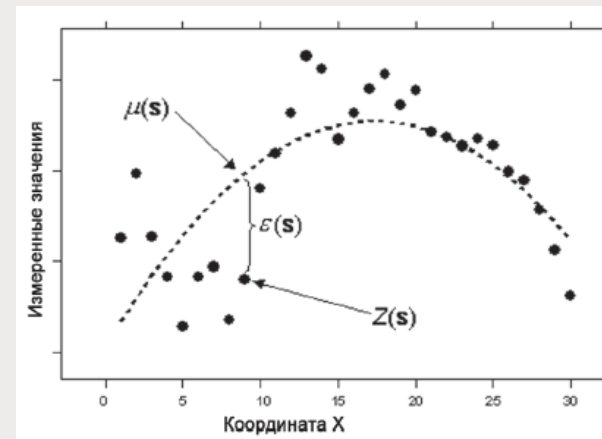
где m – известная константа
(известное среднее)



■ Универсальный:

$$Z(s) = m(s) + e(s),$$

где $m(s)$ – некоторая
детерминистская функция
(данные имеют тренд (!))



ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

В кригинге для определения *неизвестного значения в некоторой точке* значения **исходных опорных точек**, попавших в некую окрестность вокруг обрабатываемой точки, **взвешиваются** :

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i$$

где Z_0 – прогнозируемое значение в некоторой точке (s_0);

Z_i – известное значение i -ой опорной точки (s_i);

n – число опорных точек, попавших в окрестность искомой точки;

λ_i – **неизвестный** вес i -ой точки.

✿ Если поверхность имеет **тренд** (компоненту m), тогда из анализа значений в опорных точках **тренд вычитается** и моделируется только **случайная компонента $e(s)$** ; перед окончательным интерполированием поверхности тренд добавляется обратно.

✿ В кригинге (в отличие от ОВР) **веса** опорных точек в окрестности искомой точки зависят не только от **расстояния** между опорной точкой и искомой, но и от **пространственной структуры данных в целом**.

Поэтому для установления весов λ_i в кригинге сначала необходимо определить **пространственную структуру данных**, т. е. количественно установить **пространственную автокорреляцию данных**.

Кригинг предусматривает выполнение **2 основных задач**:

- 1. Установить пространственную структуру данных** - подобрать к данным модель пространственной изменчивости (вариограмму).

Вариограмма - это функция, которая связывает **различие в значениях** опорных точек и **расстояние**, на которое они отстоят друг от друга. Вариограмма служит **средством для исследования** пространственной автокорреляции (связей) между точками.

- 2. Построить поверхность**, используя для расчета (**прогноза**) неизвестных значений подобранную вариограмму, расположение и известные значения опорных точек, находящихся в пределах заданного радиуса поиска вокруг точки с искомым значением.

ЭТАПЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

ЭТАП 1. Расчет эмпирической семивариограммы по набору исходных опорных точек («semi» - половина):

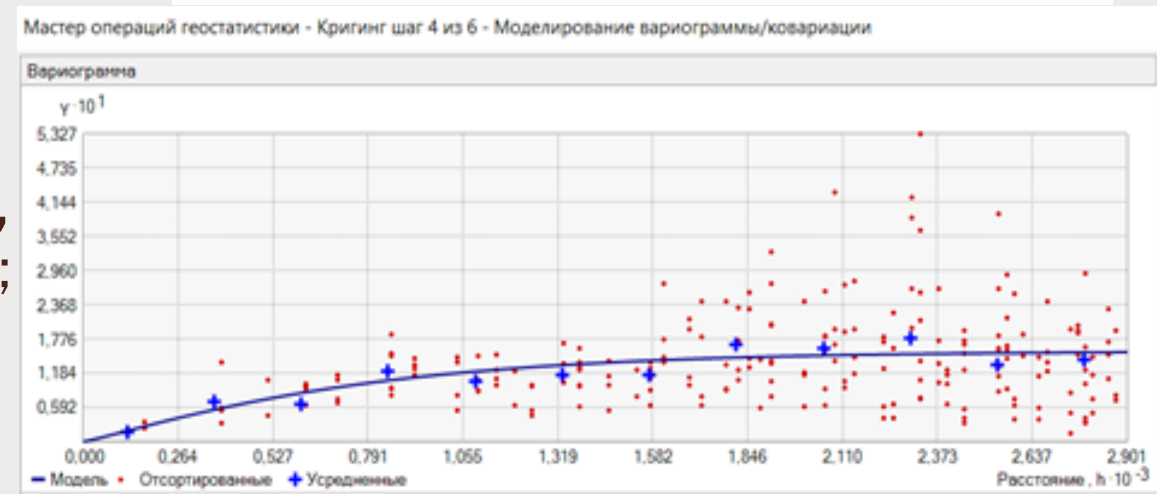
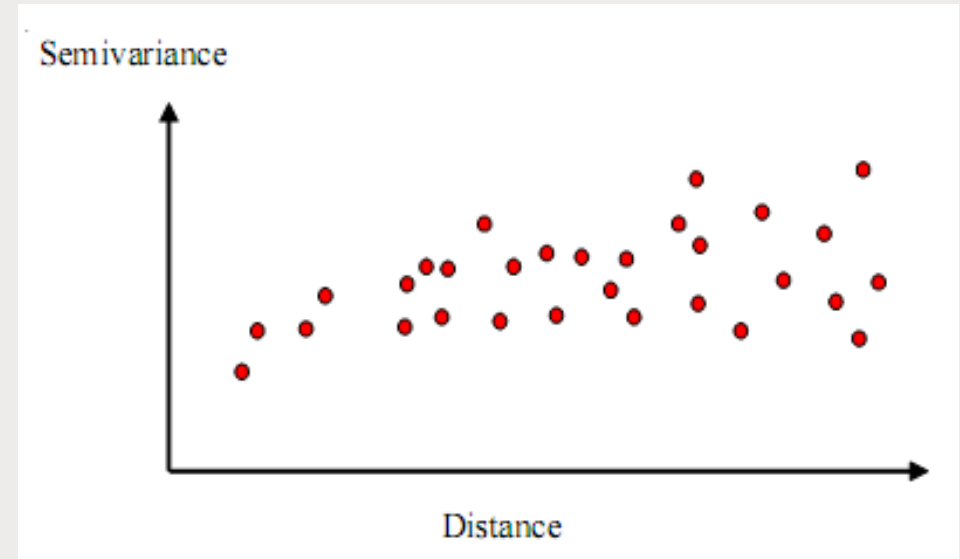
- по оси X откладывается расстояние h между парами точек,
- по оси Y - значение $\gamma(h)$, равное $1/2$ **среднеквадратической разности значений Z** между **всеми** парами исходных опорных точек, расположенных на расстоянии h друг от друга:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (z_i - z_{i+h})^2$$

Где:

z_i, z_{i+h} – значения в опорных точках $i, (i+h)$, находящихся на расстоянии h друг от друга;
 n – число пар таких опорных точек.

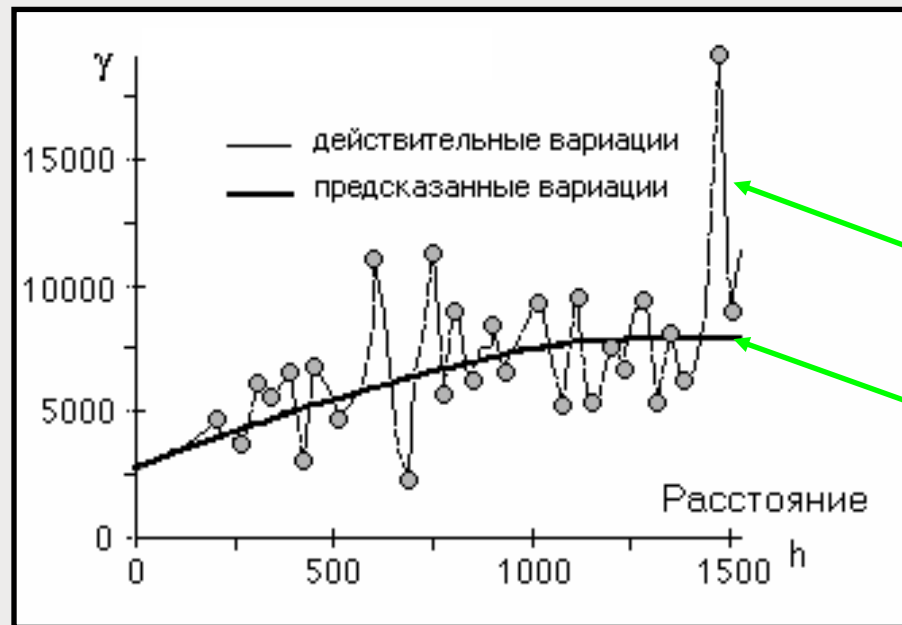
График эмпирической семивариограммы



ЭТАПЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

ЭТАП 2. Подбор теоретической функции к полученной эмпирической семивариограмме (по методу наименьших квадратов).

(Варианты возможных функций для подбора модели вариограммы: круговая, сферическая, экспоненциальная, гауссова и линейная.)



Графики семивариограмм:

эмпирическая

и

подобранная

Характеристики вариограммы:

- **Радиус влияния (корреляции)** - расстояние, на котором модель начинает выравниваться. Точки, разделенные расстоянием меньше радиуса влияния, **пространственно автокоррелированы**, а точки на расстоянии больше радиуса влияния - **нет**.

Порог - значение (на оси y), на котором вариограмма достигает радиуса влияния.

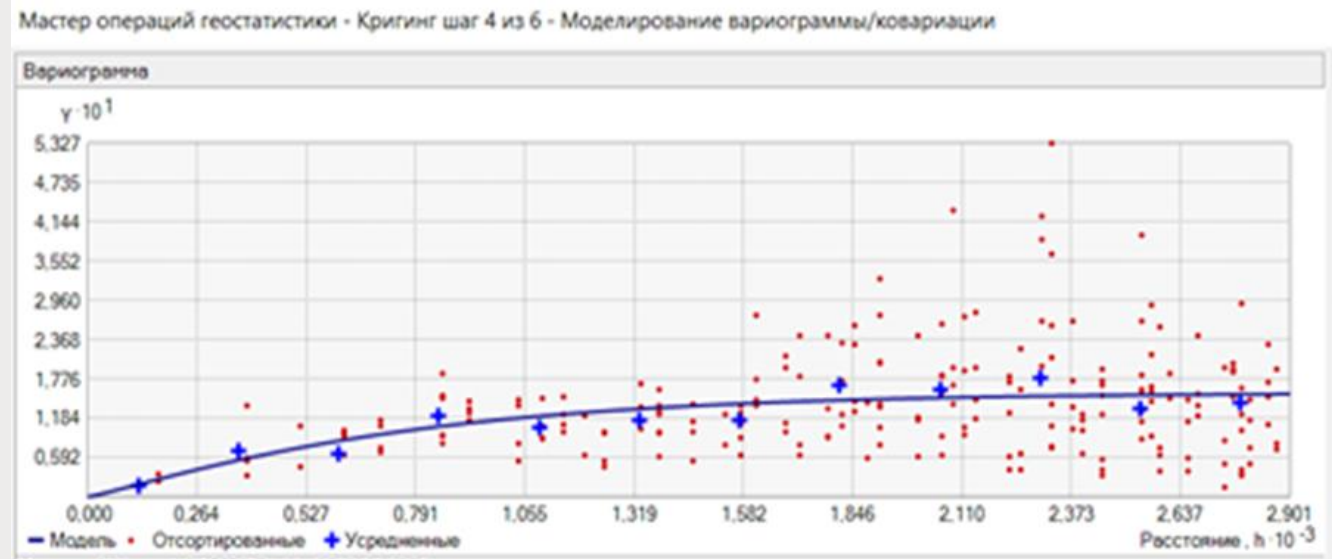
Частичный порог – это порог минус эффект самородка.

Эффект самородка - значение больше нуля, часто появляющееся в вариограмме при бесконечно малом расстоянии (хотя теоретически при расстоянии, равном 0, значение вариограммы должно быть 0). Может быть связан как с ошибками измерения, так и с вариациями на микроуровне.



ЭТАПЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПО МЕТОДУ КРИГИНГА

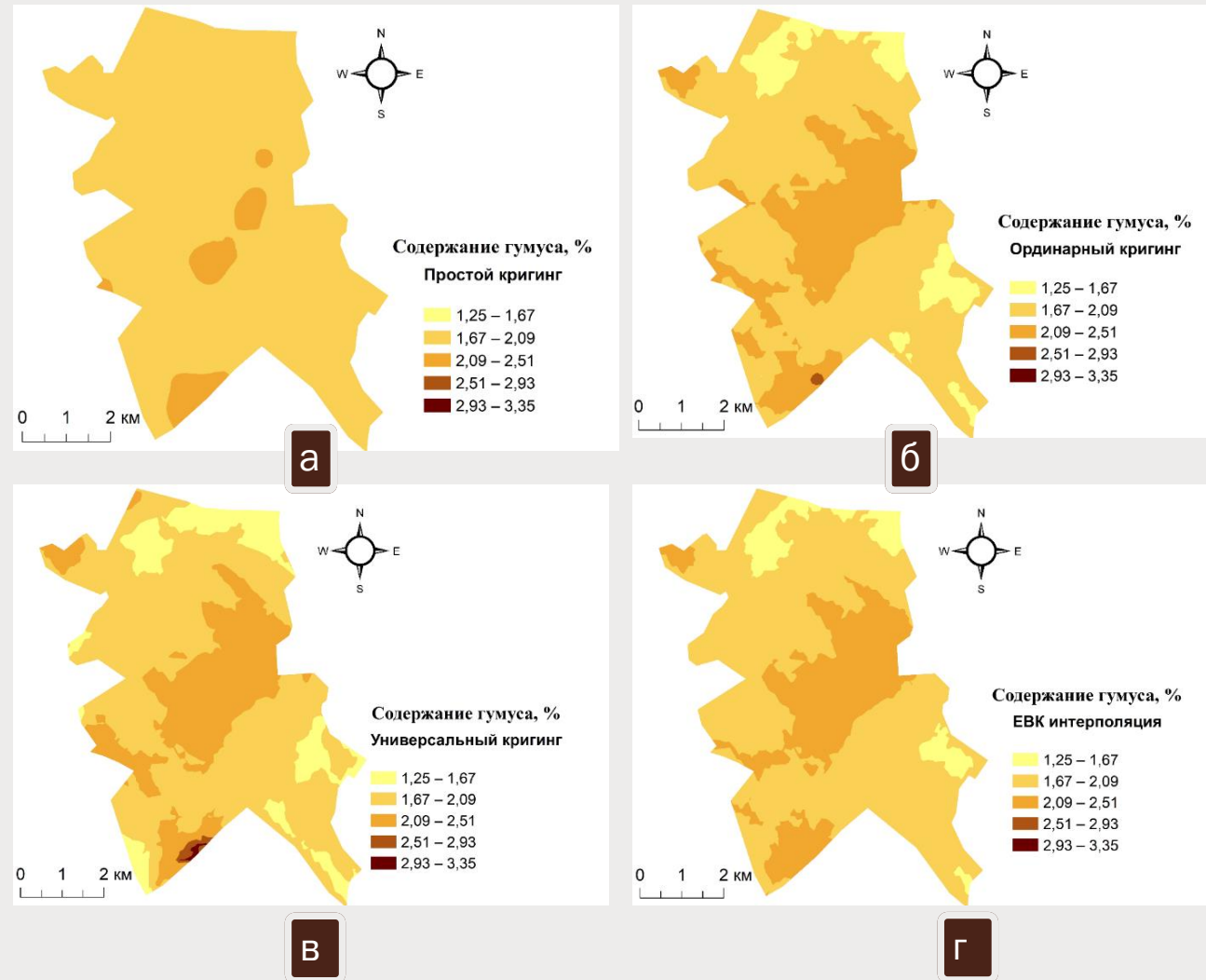
ЭТАП 3.
Нахождение весов λ_i на основе полученной модели вариограммы



ЭТАП 4. Выполнение интерполяции - на основе рассчитанных весов кригинга λ_i и известных значений Z_i в опорных точках в пределах заданного радиуса поиска вычисляется значение в искомой точке Z_0 :

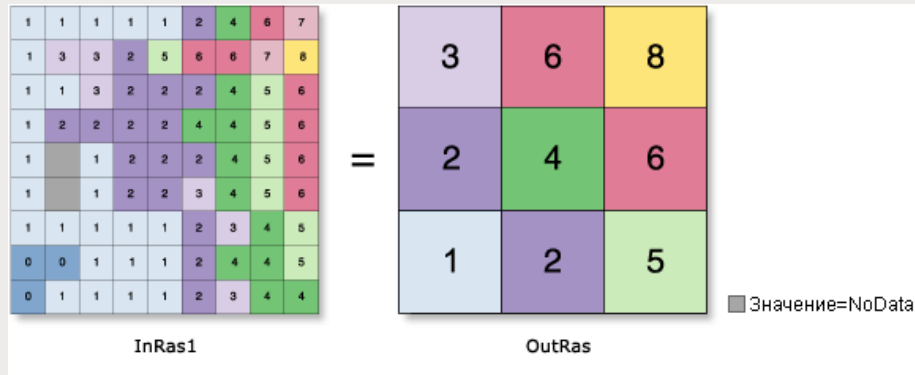
$$Z_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i$$

Пространственное распределение гумуса в пахотных землях РУП «Учхоз БГСХА», смоделированное путем интерполяции с помощью простого кригинга (а), ординарного кригинга (б), универсального кригинга (в) и эмпирического байесовского кригинга (г)



3. Агрегирование данных. Кластеризация.
Геокодирование. Классификация и
переклассификация изображений

АГРЕГИРОВАНИЕ РАСТРОВЫХ ДАННЫХ



- Агрегирование данных – процесс пересчета входного раstra с высоким разрешением в растр с более низким разрешением.

- Каждая выходная ячейка созданного раstra содержит сумму, минимальное, максимальное, среднее и медианное значения входных ячеек, которые попадают в пределы экстента этой ячейки.

Агрегирование

Входной растр: C:\dostup\INTERPOLATION_ZEMLYA_BELARUS\INTERPOLATION_ZEMLYA_BELARUSI.md

Выходной растр: C:\Users\Томас\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Aggrega_NDV11

Коэффициент ячеек: 4

Метод агрегирования (дополнительно): MEAN

Растянуть экстенд, если необходимо (дополнительно)

Игнорировать значение NoData при вычислениях (дополнительно)

Агрегирование

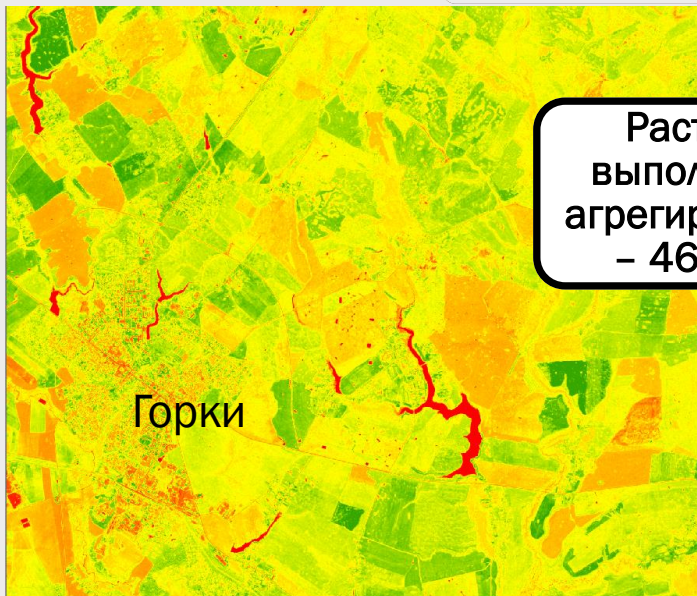
Создает версию раstra уменьшенного разрешения. Каждая выходная ячейка содержит Сумму (Sum), Минимум (Minimum), Максимум (Maximum), Среднее (Mean) или Медиану (Median) входных ячеек, которые попадают в пределы экстента этой ячейки.

Коэффициент ячеек выбирает пользователь. Данный показатель влияет на размер ячейки агрегированного раstra. При коэффициенте 4 размер ячейки увеличится в 4 раза.

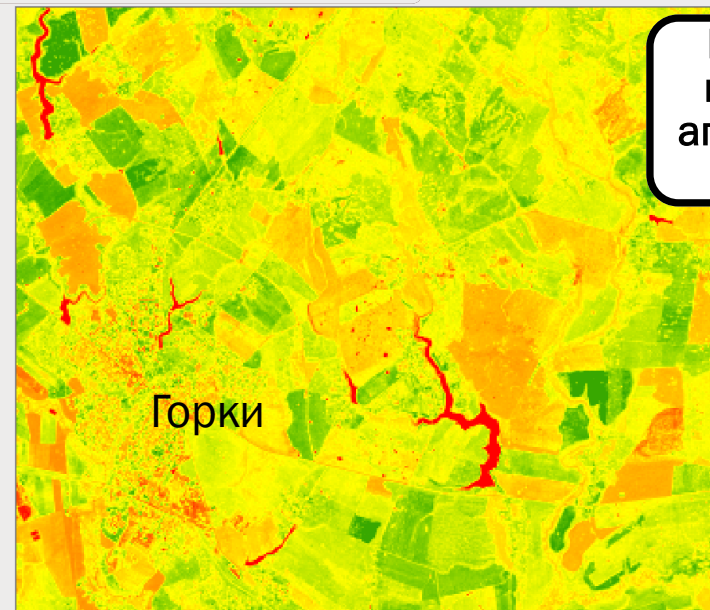
OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

АГРЕГИРОВАНИЕ РАСТРОВЫХ ДАННЫХ

Уменьшение объема данных в 16 раз



Растр до
выполнения
агрегирования
– 460 MB



Растр после
выполнения
агрегирования
– 29 MB

Свойства слоя

Общие Источник Ключевые Метаданные Экстент Отображение Символы

Свойство	Значение
Информация о растре	
Столбцы и строки	10985, 10985
Число каналов	1
Размер ячейки (X, Y)	10, 10
Размер без сжатия	460,32 MB
Формат	IMAGINE Image
Тип источника	Общий
Тип пиксела	плав. запятая
Глубина пиксела	32 Бит
Значение NoData	-3,40282306074e+038

Свойства слоя

Общие Источник Экстент Отображение Символы

Свойство	Значение
Информация о растре	
Столбцы и строки	2747, 2747
Число каналов	1
Размер ячейки (X, Y)	40, 40
Размер без сжатия	28,79 MB
Формат	FGDBR
Тип источника	Общий
Тип пиксела	плав. запятая
Глубина пиксела	32 Бит
Значение NoData	

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ используется в случае, когда нужно изучить структуру данных, найти в них скрытые взаимосвязи и закономерности.

Практическая сфера применения кластеризации геопространственных данных:

- Где проходят наиболее четкие границы между плодородными и мало плодородными землями?
- Есть ли местоположения в области исследования с аномальными значениями?
- Где можно встретить неожиданно высокий уровень загрязнения почвы в области изучения?

УСРЕДНЕННЫЙ ЦЕНТР ДАННЫХ

Усредненный центр

Входной класс пространственных объектов
Uchoz_GCS1942

Выходной класс пространственных объектов
C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Uchoz_GCS1942_MeanCenter

Поле веса (дополнительно)
гумус

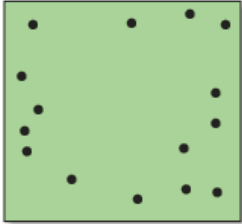
Поле группировки (дополнительно)

Поле измерений (дополнительно)

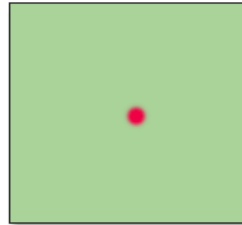
Усредненный центр

Определяет географический центр (или центр концентрации) для набора объектов.

INPUT



↓



OUTPUT




















ArcToolbox

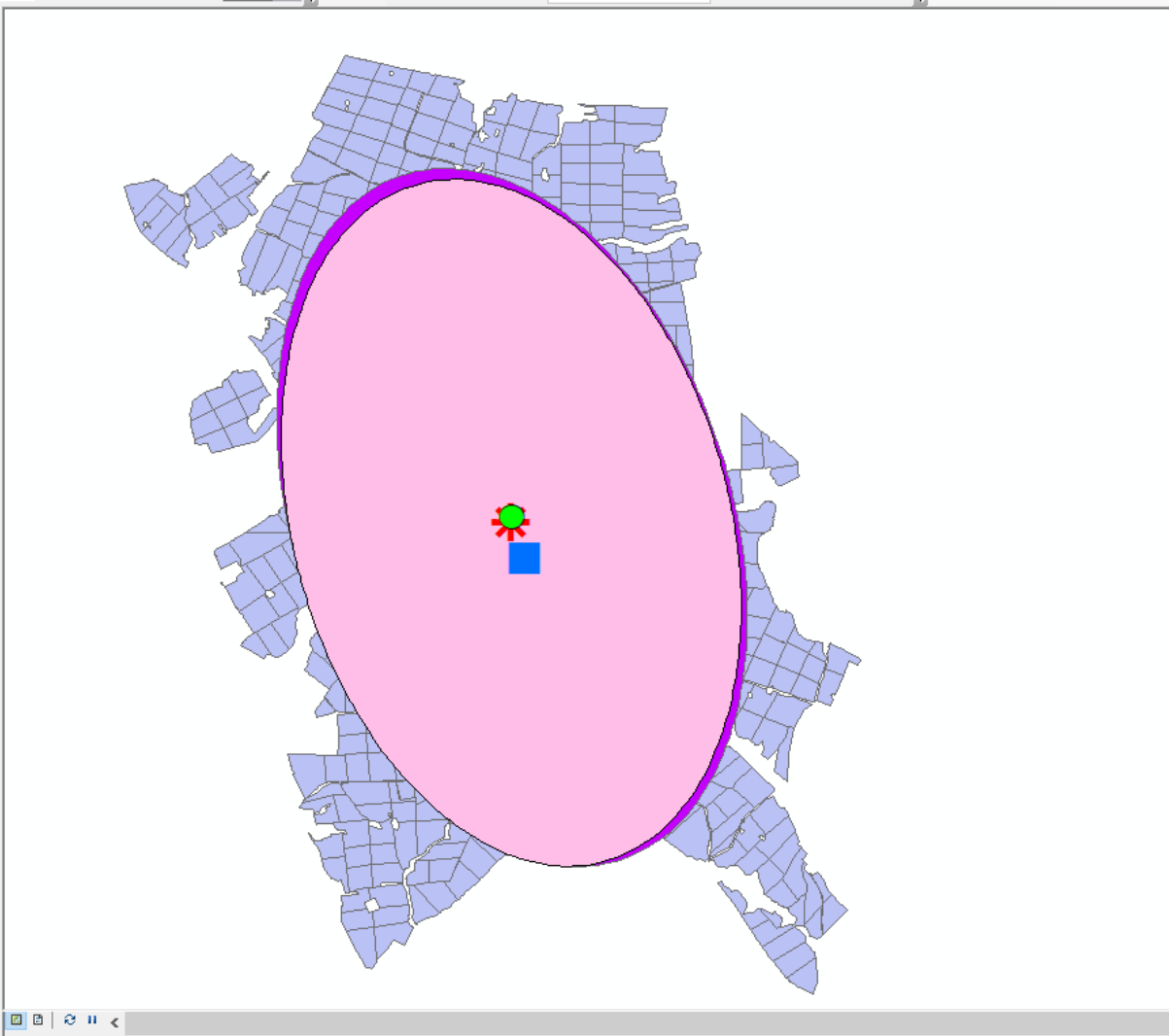
- Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (Функция Ripley's K)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство
 - Измерение пространственного распределения**
 - Медианный центр
 - Направленное распределение (эллипс стандартного отклонения)
 - Среднее направление линейных объектов
 - Стандартное расстояние
 - Усредненный центр
 - Центральный объект
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
- Отображение
- Список кластеров
 - Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)
 - Анализ группирования
 - Анализ кластеров и выбросов (Anselin Локальный индекс Морана I)
 - Оптимизированный анализ горячих точек
 - Поиск сходства
- Утилиты
- Редактирование
- Серверные инструменты

OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

	медианный центр данных, вычисленный по атрибутам		направленное распределение данных, вычисленное по координатам
	усредненный центр данных, вычисленный по атрибутам		направленное значение данных, вычисленное по атрибутам
	усредненный центр данных, вычисленный по координатам		

Таблица содержания

- C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb
 - Uchoz_GCS1942_MedianCenter 
 - Uchoz_GCS1942_MeanCenter1 
 - Uchoz_GCS1942_MeanCenter 
 - Uchoz_GCS1942_HotSpots
 - Gi_Bin
 -  Cold Spot - 99% Confidence
 -  Cold Spot - 95% Confidence
 -  Cold Spot - 90% Confidence
 -  Not Significant
 -  Hot Spot - 90% Confidence
 -  Hot Spot - 95% Confidence
 -  Hot Spot - 99% Confidence
 - Uchoz_GCS1942_DirectionalDis1 
 - Uchoz_GCS1942_DirectionalDis 
 - Uchoz_Polygon_HotSpots
 - Gi_Bin
 -  Cold Spot - 99% Confidence
 -  Cold Spot - 95% Confidence
 -  Cold Spot - 90% Confidence
 -  Not Significant
 -  Hot Spot - 90% Confidence
 -  Hot Spot - 95% Confidence
 -  Hot Spot - 99% Confidence



ArcToolbox

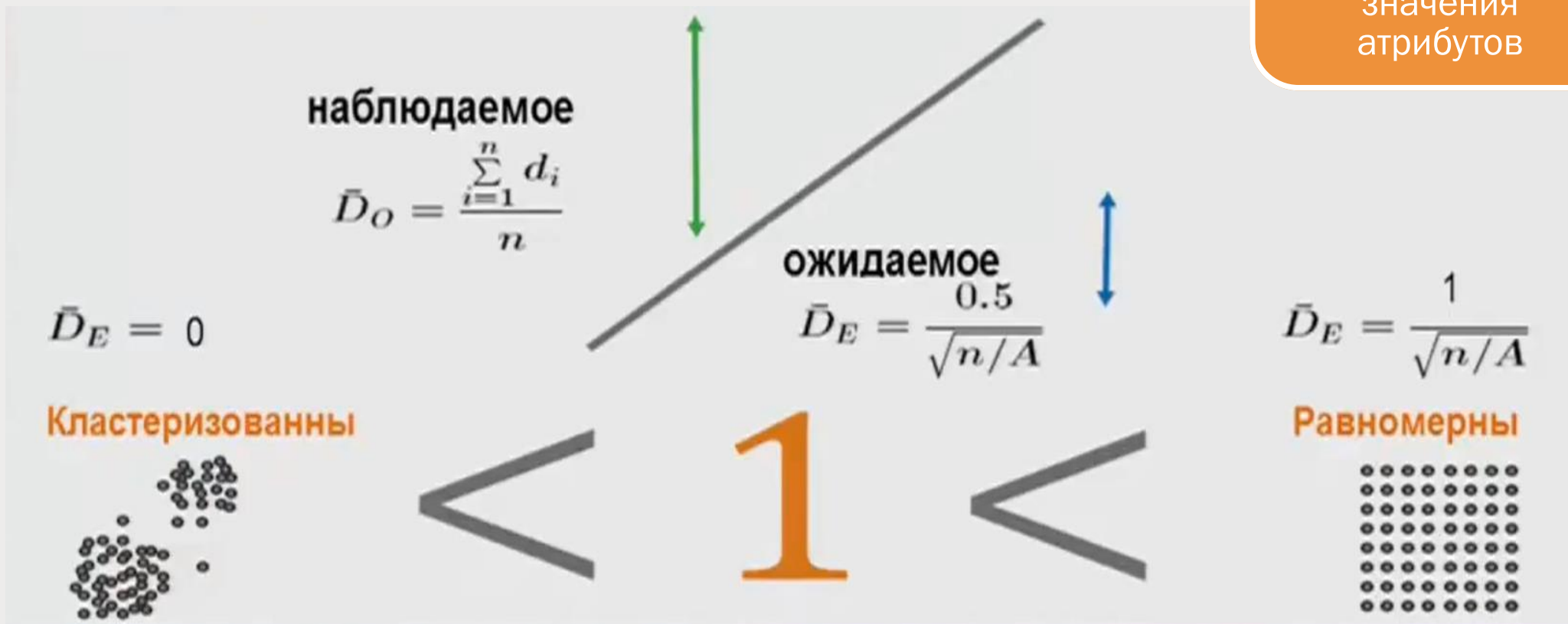
- Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (Функция Ripley's K)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство
 - Измерение пространственного распределения
 - Медианный центр
 - Направленное распределение (эллипс стандартного отклонения)
 - Среднее направление линейных объектов
 - Стандартное расстояние
 - Усредненный центр
 - Центральный объект
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
 - Отображение
 - Список кластеров
 - Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)
 - Анализ группирования
 - Анализ кластеров и выбросов (Anselin Локальный индекс Морана I)
 - Оптимизированный анализ горячих точек
 - Поиск сходства
 - Утилиты
 - Редактирование
 - Серверные инструменты
 - Схематика
 - Управление данными

ИНДЕКС БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДСТВА

Вычисляет индекс ближайшего соседства на основе среднего расстояния от каждого объекта до ближайшего к нему соседнего объекта.



ВАЖНО:
учитываются
только координаты
точек, а не
значения
атрибутов



ИНДЕКС БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДСТВА

The image shows a screenshot of the ArcGIS software interface. The main window is titled "Среднее ближайшее соседство" (Average Nearest Neighbor). It contains the following elements:

- Входной класс пространственных объектов** (Input feature class): Uchoz_GCS1942
- Метод определения расстояния** (Distance method): EUCLIDEAN_DISTANCE
- Отображение результата графически (дополнительно)** (Graphically display the result (optional))
- Площадь (дополнительно)** (Area (optional))

The description of the tool is: "Входной класс пространственных объектов, как правило, точечный класс объектов, для которого будет вычислено расстояние среднего ближайшего соседства." (Input feature class, typically a point feature class, for which the distance to the average nearest neighbor will be calculated.)

At the bottom of the dialog box, there are buttons: "ОК", "Отмена", "Параметры среды...", "<< Скрыть Справку", and "Справка инструмента" (highlighted with a blue box).

The ArcToolbox window on the right shows the following structure:

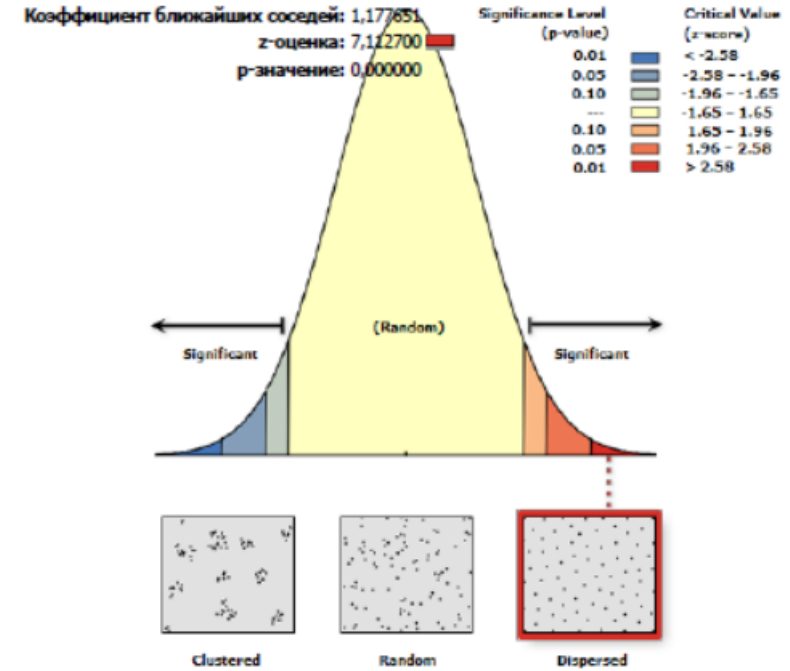
- ArcToolbox
 - Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G*)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (MCA)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство** (highlighted with a red box)
 - Измерение пространственного распределения
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
 - Отображение
 - Список кластеров
 - Утилиты
 - Редактирование
 - Серверные инструменты
 - Схематика
 - Управление данными

ИНДЕКС БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДСТВА

Результаты

- Текущий сеанс
 - Среднее ближайшее соседство [171608_04222018]
 - NNRatio: 1,177651
 - NNZScore: 7,1127
 - PValue: 0
 - NNExpected: 191,989203
 - NNObserved: 226,09619
 - Файл отчета: NearestNeighbor_Result5.html
 - Входные данные
 - Параметры среды
 - Сообщения
 - C:\Users\ - Время старта: Sun Apr 22 17:16:04 2018
 - Запуск скрипта AverageNearestNeighbor...
 - Средняя сводка ближайших соседей
 - Наблюдаемое среднее расстояние: 226,096190
 - Ожидаемое среднее расстояние: 191,989203
 - Коэффициент ближайших соседей: 1,177651
 - z-оценка: 7,112700
 - p-значение: 0,000000
 - Расстояние, измеренное в Meters
 - Запись html-отчета...
 - C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\NearestNeighbor_Result5.html
 - Completed script AverageNearestNeighbor...
 - Успешно на Sun Apr 22 17:16:08 2018 (Затраченное время: 4,93 сек.)
 - Среднее ближайшее соседство [161337_04222018]
 - NNRatio: 1,177651
 - NNZScore: 7,1127
 - PValue: 0
 - NNExpected: 191,989203
 - NNObserved: 226,09619
 - Файл отчета: NearestNeighbor_Result4.html
 - Входные данные
 - Параметры среды
 - Сообщения
 - C:\Users\

Средняя сводка ближайших соседей



Заданная z-оценка 7.11269995294, вероятность меньше 1%, что полученный тип распределения - равномерен - может быть результатом случайного выбора.

Средняя сводка ближайших соседей

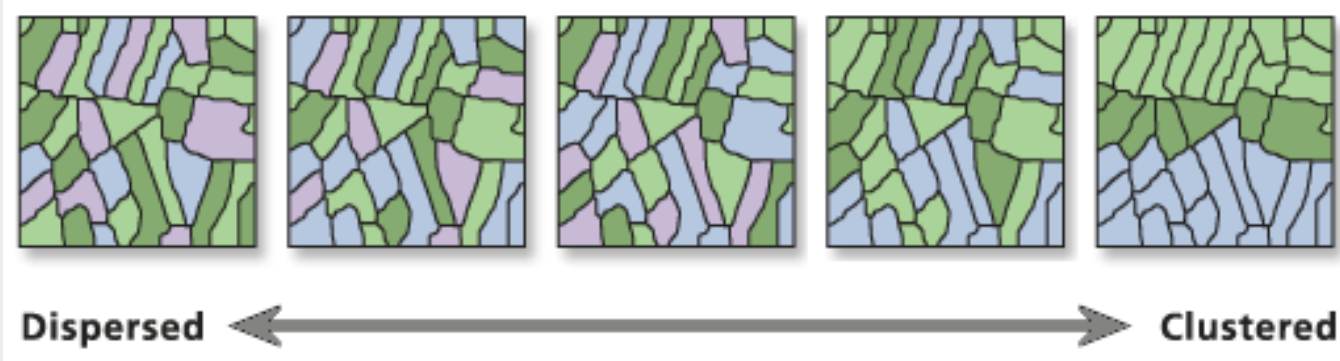
Наблюдаемое среднее расстояние:	226,0962 Meters
Ожидаемое среднее расстояние:	191,9892 Meters
Коэффициент ближайших соседей:	1,177651
z-оценка:	7,112700
p-значение:	0,000000

Информация о наборе данных

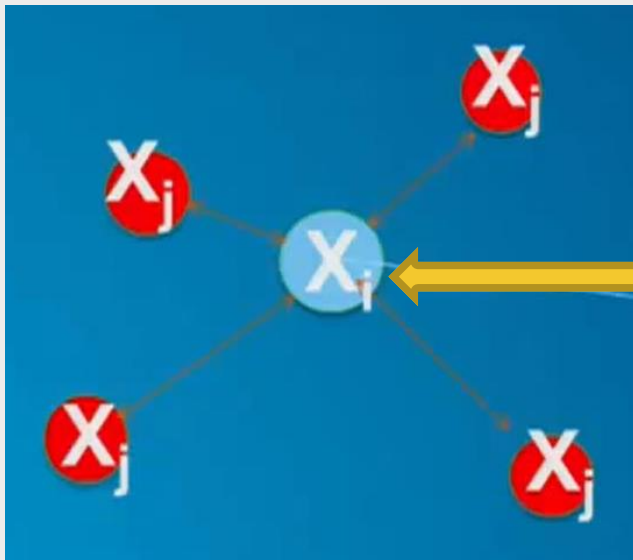
Входной класс пространственных объектов:	Uchoz_GCS1942
Метод расстояний:	EUCLIDEAN
Изучаемая территория:	64578464,305636
Выделенный набор:	False

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ АВТОКОРРЕЛЯЦИЯ

Оценивает пространственное распределение на основе местоположений пространственных объектов и их атрибутивных значений, используя величину общего индекса Морана I



Для каждого объекта определяются его соседи и вычисляется расстояние между объектом и его соседями



Числовое значение атрибута

Рассчитывается среднее значение атрибутов, которое вычитается из атрибутивного значения искомого объекта X_i и умножается на разность среднего значения и значения соседа. Данная операция выполняется для всех точек, а полученная сумма умножается на величину веса.

$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum \sum w_{ij} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

WES – значение, учитывающее местоположение точки

Его значение получают из матрицы пространственных весов, в которой определяется весовое значение для каждой пары объектов

Объект и его сосед тестируются, насколько весомым является их взаимное расположение

$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum \sum w_{ij} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

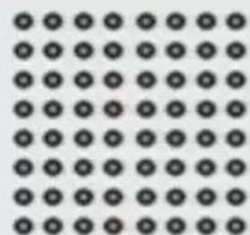
Кластеризованы



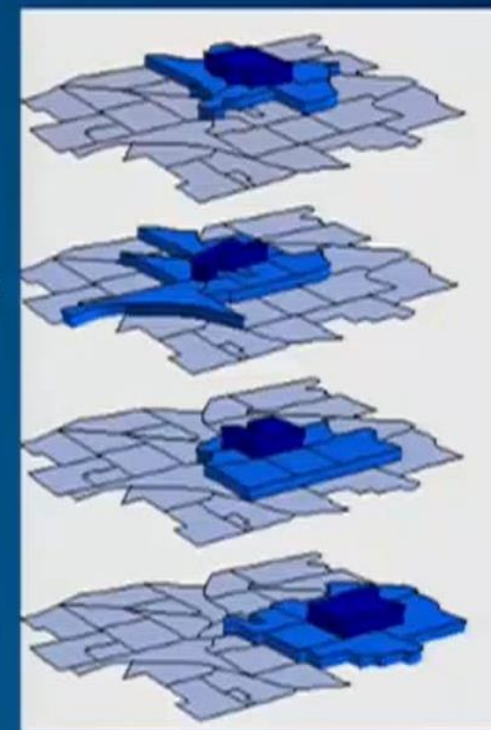
$I > 0$

$I = 0$

Равномерны



$I < 0$



Построить матрицу пространственных весов

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС МОРАНА I

Пространственная автокорреляция (Morans I)

Входной класс пространственных объектов
Uchoz_GCS1942

Входное поле
гумус

Отображение результата графически (дополнительно)

Определение пространственных взаимоотношений
INVERSE_DISTANCE

Метод определения расстояния
EUCLIDEAN_DISTANCE

Стандартизация
NONE

Диапазон расстояний или пороговое расстояние (дополнительно)

Файл матрицы весов (дополнительно)

Пространственная автокорреляция (Morans I)

Измеряет пространственную автокорреляцию на основе местоположений пространственных объектов и атрибутивных значений, используя статистику общего индекса I Морана.

Доступ к результатам этого инструмента (в том числе дополнительному PDF-файлу отчета) можно получить в окне Результаты (Results). Если отключить фоновую обработку, результаты также будут показаны в диалоговом окне Ход процесса (Progress).

Dispersed

ArcToolbox

- Анализ
- Геокодирование
- Инструменты 3D Analyst
- Инструменты Data Interoperability
- Инструменты Geostatistical Analyst
- Инструменты Network Analyst
- Инструменты Spatial Analyst
- Инструменты Tracking Analyst
- Инструменты систем линейных координат
- Картография
- Конвертация
- Многомерные данные
- Набор данных участков
- Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (Функция Ripley's K)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)**
 - Среднее ближайшее соседство
- Измерение пространственного распределения
- Моделирование пространственных взаимоотношений
- Отображение
- Список кластеров
- Утилиты

Редактирование

Серверные инструменты

Схематика

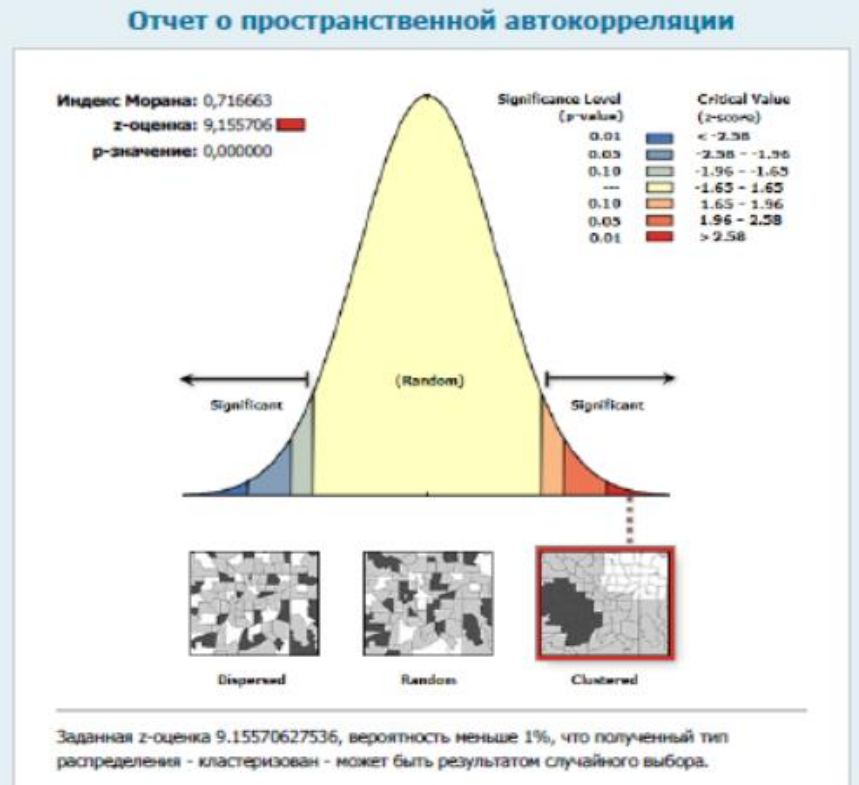
Управление данными

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС МОРАНА I

Результаты

- Текущий сеанс
 - Пространственная автокорреляция (Morans I) [180434_04222018]
 - Индекс: 0,329912
 - Очки Z: 14,38273
 - PValue: 0
 - Файл отчета: MoransI_Result1.html
 - Входные данные
 - Параметры среды
 - Сообщения
 - C:\Users\<>msg>0;Completed script SpatialAutocorrelation...
 - Время старта: Sun Apr 22 18:04:33 2018
 - Запуск скрипта SpatialAutocorrelation...
 - WARNING 000853: Пороговое значение для поиска соседства по умолч
 - Сводка глобального I Морана
 - Индекс Морана: 0,329912
 - Ожидаемый индекс: -0,002288
 - Дисперсия: 0,000533
 - z-оценка: 14,382730
 - p-значение: 0,000000
 - Расстояние, измеренное в Meters
 - Запись html-отчета....
 - C:\Users\Тома\Documents\ArcGIS\MoransI_Result1.html
 - Completed script SpatialAutocorrelation...
 - Успешно на Sun Apr 22 18:04:34 2018 (Затраченное время: 1,11 сек.)
- Пространственная автокорреляция (Morans I) [180052_04222018]
 - Индекс: 0,716663
 - Очки Z: 9,155706
 - PValue: 0
 - Файл отчета: MoransI_Result0.html
- Входные данные
- Параметры среды
- Сообщения
 - C:\Users\<>msg>0;Completed script SpatialAutocorrelation...
 - Время старта: Sun Apr 22 18:00:51 2018
 - Запуск скрипта SpatialAutocorrelation...

Атрибутивные значения в точках кластеризованы, однако не определено, какие значения – высокие или низкие характеризуют кластеры



Сводка глобального I Морана

Индекс Морана	0,716663
Ожидаемый индекс	-0,002288
Дисперсия	0,006166
z-оценка	9,155706
p-значение	0,000000

Информация о наборе данных

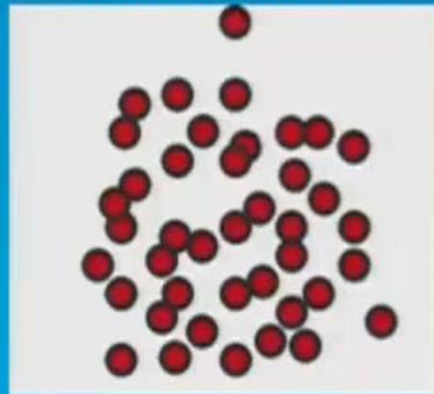
Входной класс пространственных объектов:	Uchoz_GCS1942
Входное поле:	ГУМVC
Концептуализация:	INVERSE_DISTANCE
Метод расстояний:	EUCLIDEAN
Нормализация строк:	False
Порог расстояния:	226,0000 Meters
Файл матрицы весов:	None
Выделенный набор:	False

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС Getis-Ord G (высокая-низкая кластеризация)

Глобальный индекс G определяет, присутствуют ли в данных кластеры с высокими или низкими значениями

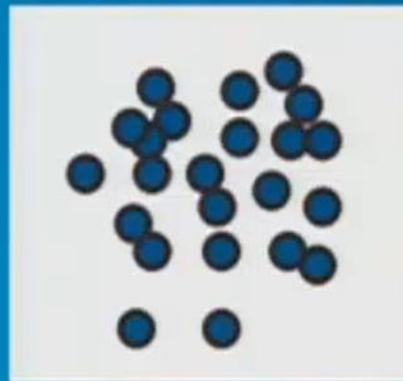
$$G_0(d) = \frac{\sum \sum w_{ij} (x_i * x_j)}{\sum \sum (x_i * x_j)}$$

Кластеры с высокими значениями



$$G_0(d) > G_E(d)$$

Кластеры с низкими значениями



$$G_0(d) < G_E(d)$$

$$G_E(d) = \frac{W}{N(n-1)}$$

$W = 1$ (пара объектов в пределах d)

$W = 0$ (пара объектов за пределами d)

$$Z_{G(d)} = \frac{G_0(d) - G_E(d)}{SD_{G(d)}}$$

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС Getis-Ord G (высокая-низкая кластеризация)

The screenshot displays the ArcGIS interface with the 'Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)' tool window open. The tool settings are as follows:

- Входной класс пространственных объектов: Uchoz_GCS1942
- Входное поле: гумус
- Отображение результата графически (дополнительно)
- Определение пространственных взаимоотношений: INVERSE_DISTANCE
- Метод определения расстояния: EUCLIDEAN_DISTANCE
- Стандартизация: NONE
- Диапазон расстояний или пороговое расстояние (дополнительно):
- Файл матрицы весов (дополнительно):

The help text for the tool is titled 'Определение пространственных взаимоотношений' and describes the function: 'Определяет, как концептуализированы пространственные отношения между объектами.'

- **INVERSE_DISTANCE** —Близко расположенные соседние объекты оказывают большее влияние на вычисления для целевого объекта, нежели удаленные объекты.
- **INVERSE_DISTANCE_SQUARED** —То же самое, что и **INVERSE_DISTANCE**, только угол наклона острее, влияние объектов уменьшается быстрее и только ближайшие соседи окажут существенное влияние на вычисления для рассматриваемого объекта.
- **FIXED_DISTANCE_BAND** —Каждый объект анализируется в контексте соседних объектов. Соседние объекты в пределах указанного критического расстояния получают вес 1 и влияют на расчеты для целевого объекта. Соседние объекты за пределами указанного критического расстояния получают вес 0 и не оказывают влияния на расчеты для целевого объекта.
- **ZONE_OF_INDIFFERENCE** —Объекты в пределах указанного критического

The ArcToolbox on the right shows the tool's location: **Анализ** > **Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)**.

ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС Getis-Ord G

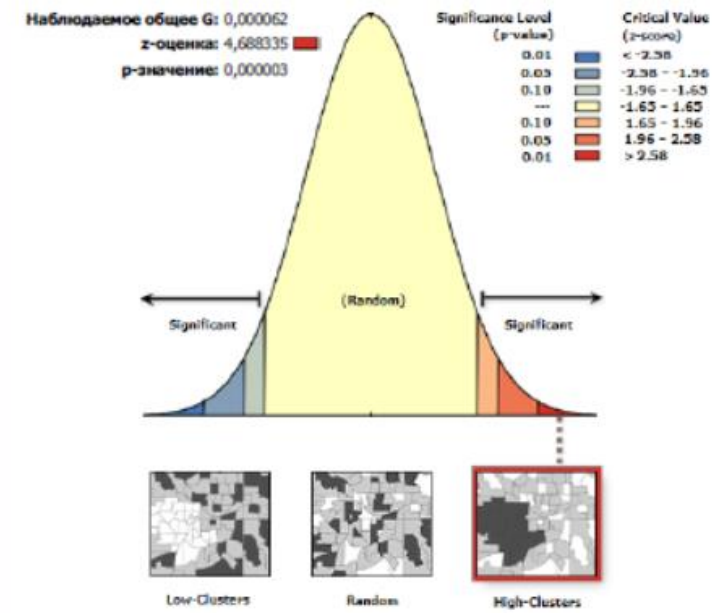
Результаты

Текущий сеанс

- Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G) [182310_04222018]
 - Наблюдаемое общее G: 0,000062
 - Очки Z: 4,688335
 - PValue: 0,000003
 - Файл отчета: GeneralG_Result.html
- Входные данные
- Параметры среды
- Сообщения
 - C:\Users\ - Время старта: Sun Apr 22 18:23:09 2018
 - Запуск скрипта HighLowClustering...
 - WARNING 000853: Пороговое значение для поиска соседства по умолчанию
 - Сводка общего G
 - Наблюдаемое общее G: 0,000062
 - Ожидаемое общее G: 0,000060
 - Дисперсия: 0,000000
 - z-оценка: 4,688335
 - p-значение: 0,000003
 - Расстояние, измеренное в Meters
 - Запись html-отчета....
 - C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\GeneralG_Result.html
 - Completed script HighLowClustering...
 - Успешно на Sun Apr 22 18:23:10 2018 (Затраченное время: 1,06 сек.)
- Пространственная автокорреляция (Morans I) [180434_04222018]
 - Индекс: 0,329912
 - Очки Z: 14,38273
 - PValue: 0
 - Файл отчета: MoransI_Result1.html
- Входные данные
- Параметры среды
- Сообщения
 - C:\Users\ - Время старта: Sun Apr 22 18:04:33 2018
 - Запуск скрипта SpatialAutocorrelation...

В данном примере имеет место кластеризация высоких значений

Отчет о сильной и слабой кластеризации



Заданная z-оценка 4.6883353338, вероятность меньше 1%, что полученный тип распределения - сильно-кластеризован - может быть результатом случайного выбора.

Сводка общего G

Наблюдаемое общее G:	0,000062
Ожидаемое общее G:	0,000060
Дисперсия:	0,000000
z-оценка:	4,688335
p-значение:	0,000003

Информация о наборе данных

Входной класс пространственных объектов:	Uchoz_GCS1942
Входное поле:	ГУМУС
Концептуализация:	INVERSE_DISTANCE
Метод расстояний:	EUCLIDEAN
Нормализация строк:	False
Порог расстояния:	552,8392 Meters
Файл матрицы весов:	None
Выделенный набор:	False

ОЦЕНКА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

РАССЧИТЫВАЮТСЯ ДЛЯ ВСЕЙ СОВОКУПНОСТИ ДАННЫХ И ОЦЕНИВАЮТ КЛАСТЕРИЗАЦИЮ ВСЕЙ СОВОКУПНОСТИ

- ИНДЕКС БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДСТВА
- ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС МОРАНА I
- ГЛОБАЛЬНЫЙ ИНДЕКС Getis-Ord G

ЛОКАЛЬНЫЙ ИНДЕКС МОРАНА I

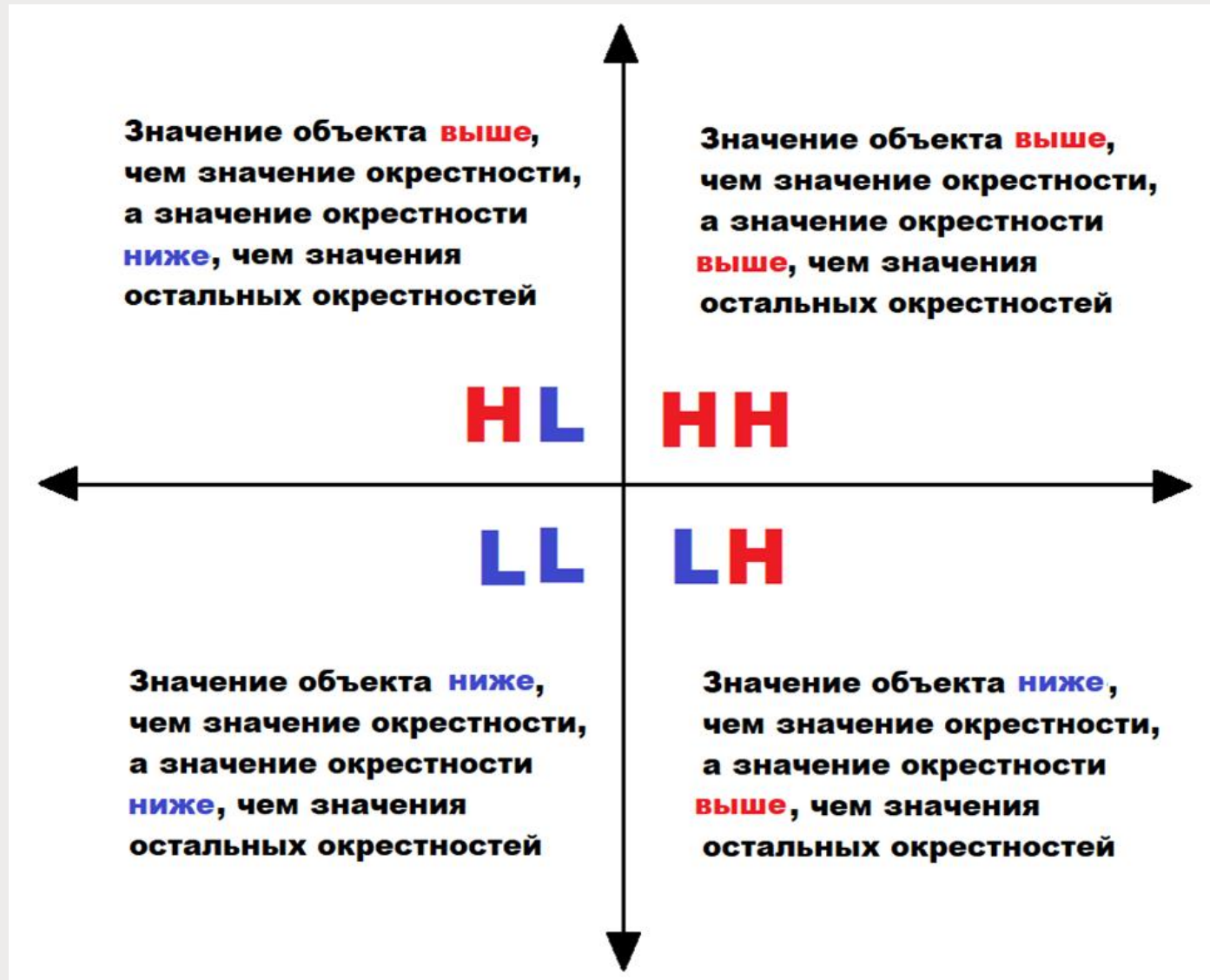


Отличаются ли значения изучаемого объекта от значений в изучаемой окрестности и от значений в изучаемой области

ArcToolbox

- Анализ
- Геокодирование
- Инструменты 3D Analyst
- Инструменты Data Interoperability
- Инструменты Geostatistical Analyst
- Инструменты Network Analyst
- Инструменты Spatial Analyst
- Инструменты Tracking Analyst
- Инструменты систем линейных координат
- Картография
- Конвертация
- Многомерные данные
- Набор данных участков
- Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (C)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство
 - Измерение пространственного распределения
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
 - Отображение
 - Список кластеров**
 - Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)
 - Анализ группирования
 - Анализ кластеров и выбросов (Anselin Локальный индекс M
 - Оптимизированный анализ горячих точек
 - Поиск сходства
- Утилиты
- Редактирование
- Серверные инструменты
- Схематика
- Управление данными

Анализ кластеров и выбросов (Локальный индекс Морана I) результаты оценки



Анализ кластеров и выбросов (Локальный индекс Морана I)

The screenshot displays the ArcGIS interface with the 'Analyze Clusters and Outliers (Anselin Local Moran's I)' tool window open. The tool's configuration is as follows:

- Входной класс пространственных объектов: Uchhoz_Polygon
- Входное поле: гумус
- Выходной класс пространственных объектов: C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Uchhoz_Polygon_ClustersOutli
- Определение пространственных взаимоотношений: **CONTIGUITY_EDGES_ONLY** (highlighted with a red box)
- Метод определения расстояния: EUCLIDEAN_DISTANCE
- Стандартизация: NONE
- Диапазон расстояний или пороговое расстояние (дополнительно):
- Файл матрицы весов (дополнительно):
- Применить коррекцию средней доли ложных отклонений гипотезы (FDR) (дополнительно)

The help text for the tool is titled 'Определение пространственных взаимоотношений' and explains that it determines how conceptualized spatial relationships between objects. It lists several methods:

- INVERSE_DISTANCE** — Близко расположенные соседние объекты оказывают большее влияние на вычисления для целевого объекта, нежели удаленные объекты.
- INVERSE_DISTANCE_SQUARED** — То же самое, что и INVERSE_DISTANCE, только угол наклона острее, влияние объектов уменьшается быстрее и только ближайшие соседи окажут существенное влияние на вычисления для рассматриваемого объекта.
- FIXED_DISTANCE_BAND** — Каждый объект анализируется в контексте соседних объектов. Соседние объекты в пределах указанного критического расстояния получают вес 1 и влияют на расчеты для целевого объекта. Соседние объекты за пределами указанного критического расстояния получают вес 0 и не оказывают влияния на расчеты для целевого объекта.
- ZONE_OF_INDIFFERENCE** — Объекты в пределах указанного критического

The ArcToolbox on the right side of the screen shows the following structure:

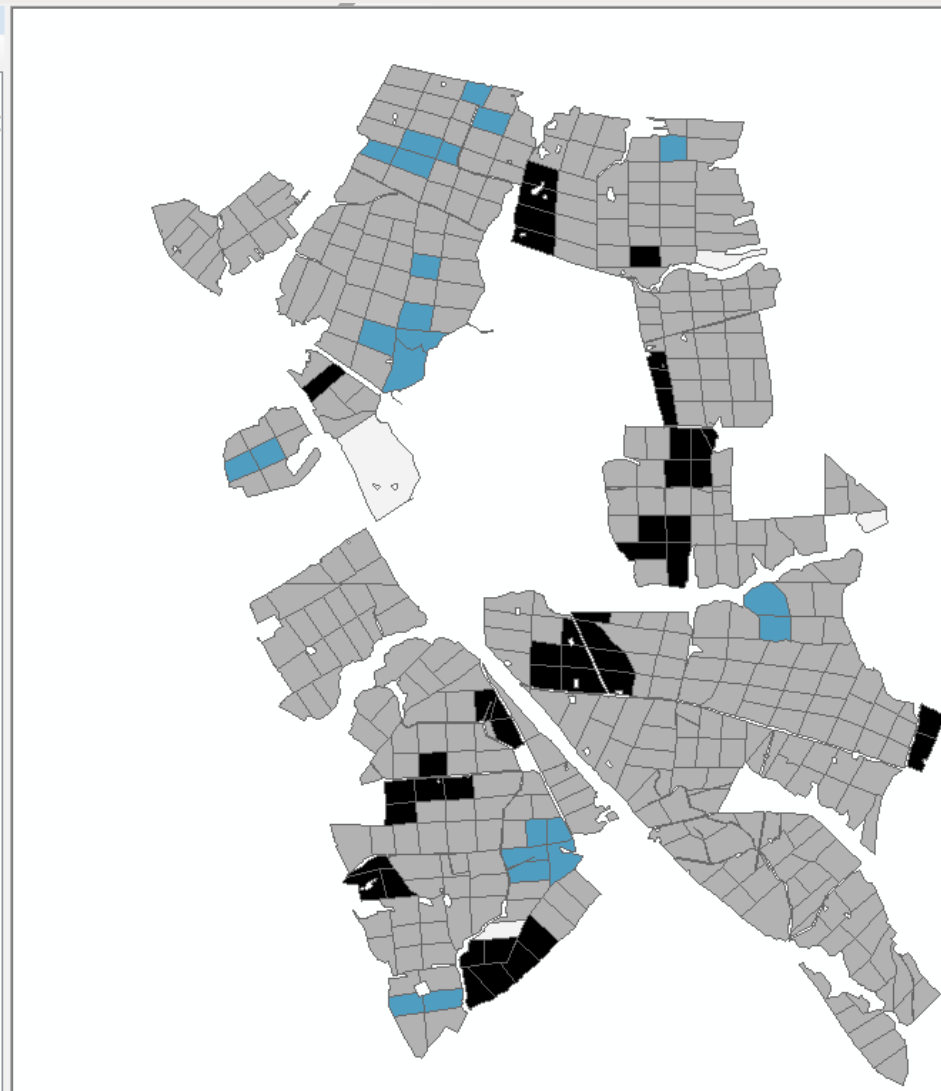
- ArcToolbox
 - Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (Функция Ripley's K)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство
 - Измерение пространственного распределения
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
 - Отображение
 - Список кластеров
 - Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)
 - Анализ группирования
 - Анализ кластеров и выбросов (Anselin Локальный индекс Морана I)** (highlighted with a blue box)
 - Оптимизированный анализ горячих точек
 - Поиск сходства
 - Утилиты
- Редактирование
- Серверные инструменты
- Схематика
- Управление данными

Buttons at the bottom of the tool window include: OK, Отмена, Параметры среды..., << Скрыть Справку, and Справка инструмента.

Анализ кластеров и выбросов (Локальный индекс Морана I)

Таблица содержания

- Слои
 - C:\dostup\INTERPOLATION ZEMLYA BELARUSI\INTERPOLATIK
 - Uchoz_GCS1942
 - Uchoz_Polygon
 - C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb
 - Uchoz_Polygon_ClustersOutli
 - Not Significant
 - High-High Cluster
 - High-Low Outlier
 - Low-High Outlier
 - Low-Low Cluster

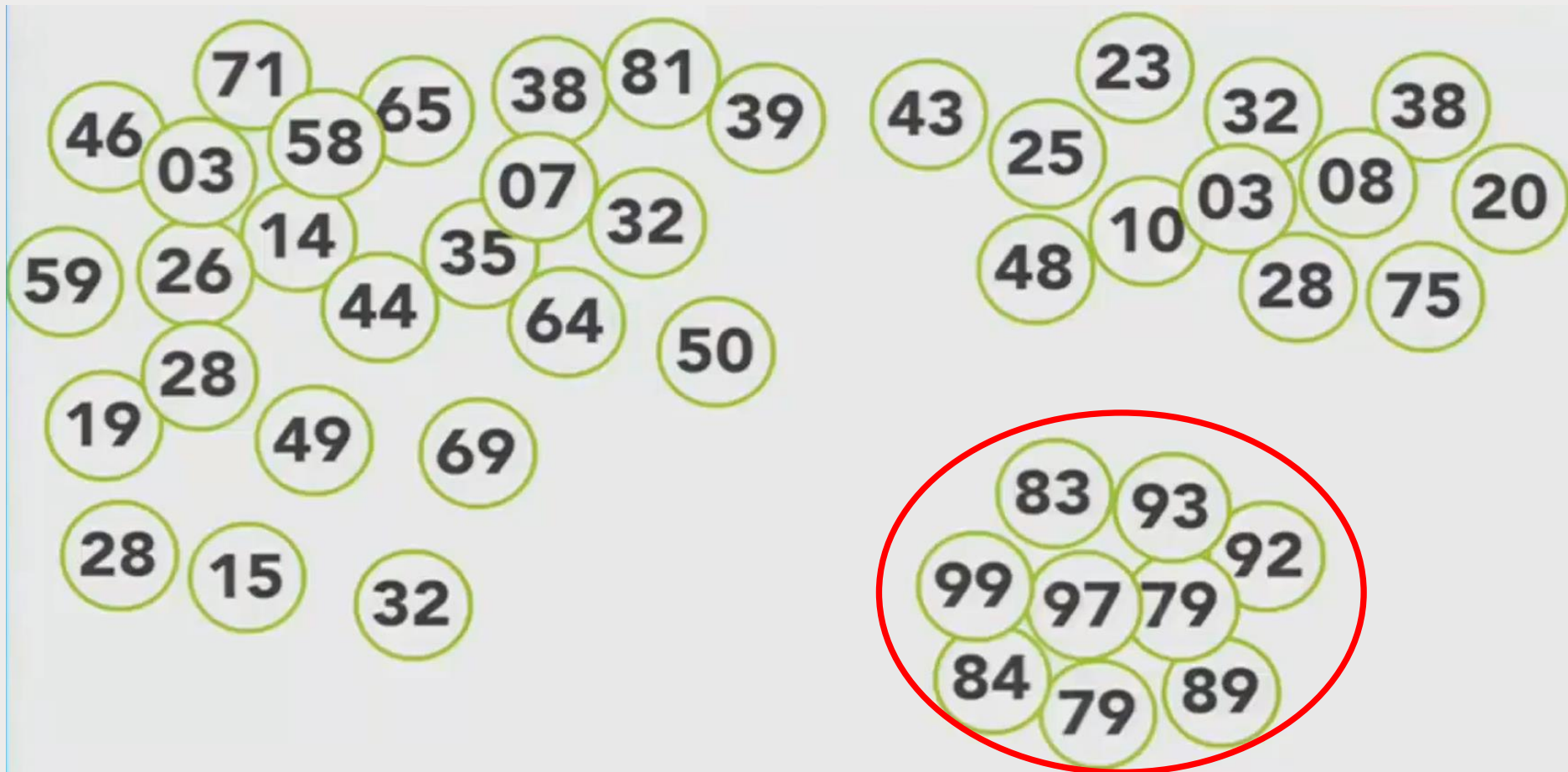


Большая часть объектов не принадлежит к кластерам, полигоны, окрашенные в **черный** цвет, принадлежат к типу HH – значения объекта и окрестности выше, чем значение области;

полигоны, окрашенные в **голубой** цвет, принадлежат к типу LL – значения объекта и окрестности ниже, чем значение области;

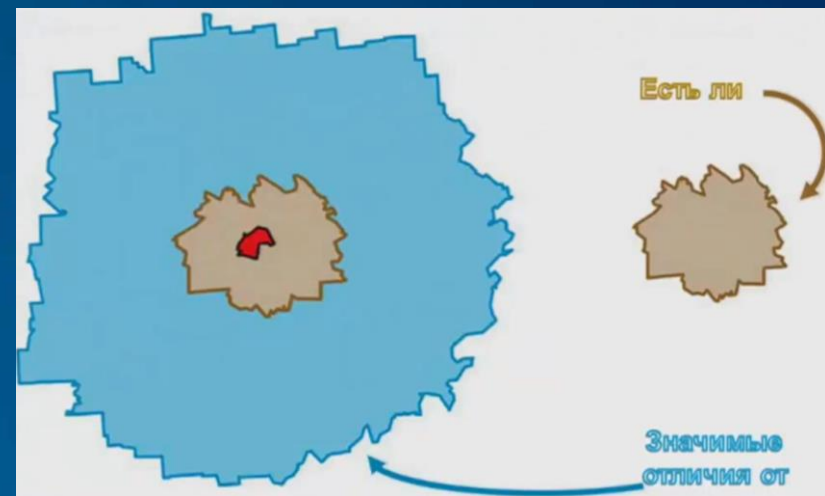
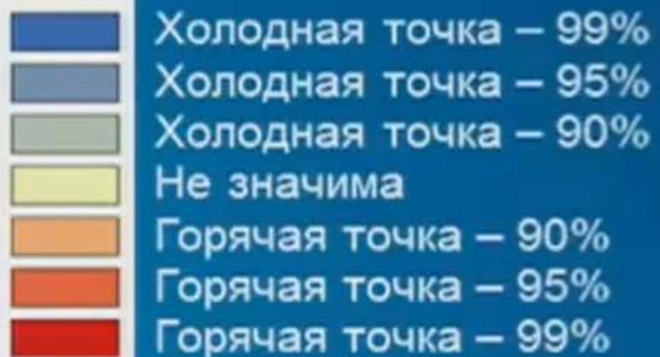
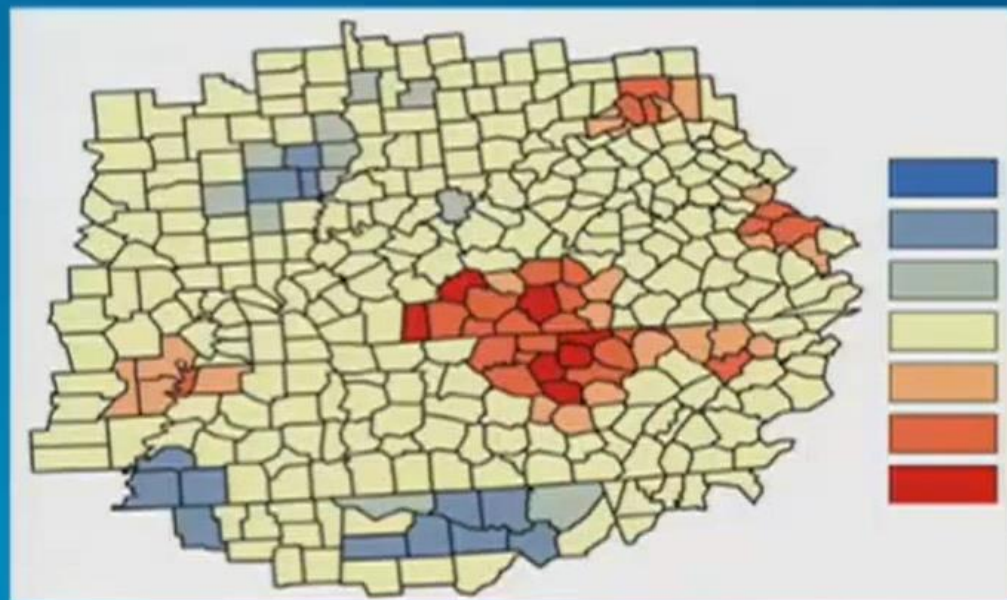
полигоны, окрашенные в **белый** цвет, принадлежат к типу LH – значения объекта ниже, а окрестности - выше, чем значение области

Анализ «горячих» точек



Случайно ли наличие кластера точек с высокими значениями атрибутов?

Анализ горячих точек (Getis-Ord G_i^*)



$$G_i^*(d) = \frac{\sum w_{ij}(d) x_j}{\sum x_j}$$

$$Z G_i^* = \frac{G_i^* - (E G_i^*)}{\sqrt{\text{Var } G_i^*}}$$

$$E G_i^* = \frac{\sum w_{ij}(d)}{n-1}$$

Значение каждого соседа умножается на вес для пары. Затем все суммируется и делится на сумму значений всех соседей. Ожидаемое значение G^* вычисляется делением суммы весов на общее число объектов $(n) - 1$.

Анализ «горячих» точек

Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)

Входной класс пространственных объектов
Uchhoz_Polygon

Входное поле
гумус

Выходной класс пространственных объектов
C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Uchhoz_Polygon_HotSpots

Определение пространственных взаимоотношений
CONTIGUITY_EDGES_ONLY

Метод определения расстояния
EUCLIDEAN_DISTANCE

Стандартизация
NONE

Диапазон расстояний или пороговое расстояние (дополнительно)


Поле собственного потенциала (дополнительно)

Файл матрицы весов (дополнительно)

Применить коррекцию средней доли ложных отклонений гипотезы (FDR) (дополн

Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)

Приведенный набор взвешенных объектов, определяет статистическую значимость "горячих" точек и "холодных" точек на основе статистического показателя Getis-Ord Gi*.



OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

ArcToolbox

- Анализ
 - Геокодирование
 - Инструменты 3D Analyst
 - Инструменты Data Interoperability
 - Инструменты Geostatistical Analyst
 - Инструменты Network Analyst
 - Инструменты Spatial Analyst
 - Инструменты Tracking Analyst
 - Инструменты систем линейных координат
 - Картография
 - Конвертация
 - Многомерные данные
 - Набор данных участков
 - Пространственная статистика
 - Анализ структурных закономерностей
 - Высокая/Низкая кластеризация (Общий индекс Getis-Ord G)
 - Многовариантный пространственный кластерный анализ (Функция Ripley's K)
 - Пошаговая пространственная автокорреляция
 - Пространственная автокорреляция (Morans I)
 - Среднее ближайшее соседство
 - Измерение пространственного распределения
 - Моделирование пространственных взаимоотношений
 - Отображение
 - Список кластеров
 - Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)
 - Анализ группирования
 - Анализ кластеров и вы...
 - Оптимизированный а...
 - Поиск сходства
 - Утилиты
 - Редактирование
 - Серверные инструменты
 - Схематика
 - Управление данными

Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)

Входной класс пространственных объектов
Uchoz_GCS1942

Входное поле
гумус

Выходной класс пространственных объектов
C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Uchoz_GCS1942_HotSpots

Определение пространственных взаимоотношений
FIXED_DISTANCE_BAND

Метод определения расстояния
EUCLIDEAN_DISTANCE

Стандартизация
NONE

Диапазон расстояний или пороговое расстояние (дополнительно)


Поле собственного потенциала (дополнительно)

Файл матрицы весов (дополнительно)

Применить коррекцию средней доли ложных отклонений гипотезы (FDR) (дополн

Анализ горячих точек (Getis-Ord Gi*)

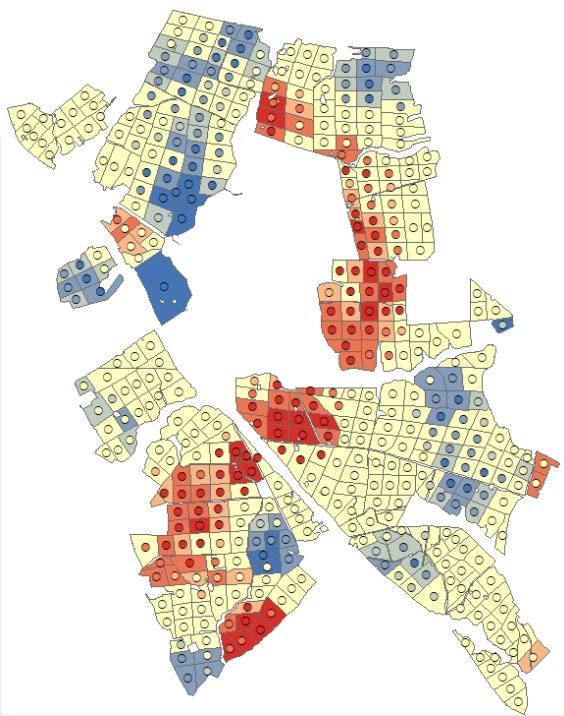
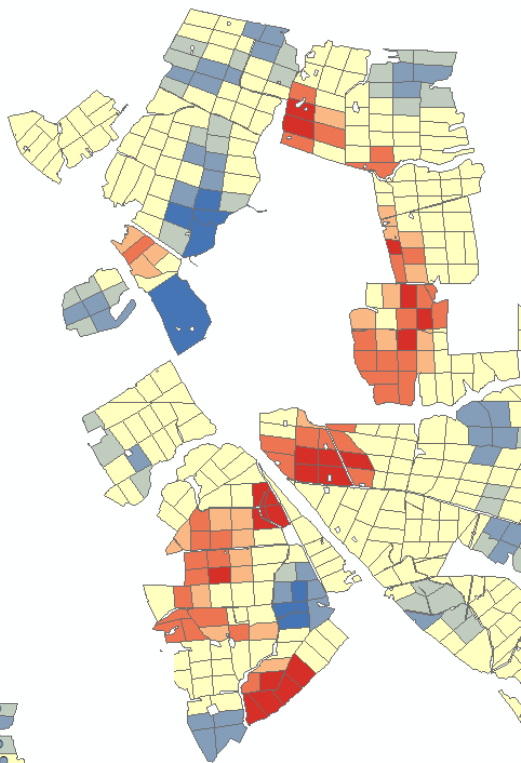
Приведенный набор взвешенных объектов, определяет статистическую значимость "горячих" точек и "холодных" точек на основе статистического показателя Getis-Ord Gi*.



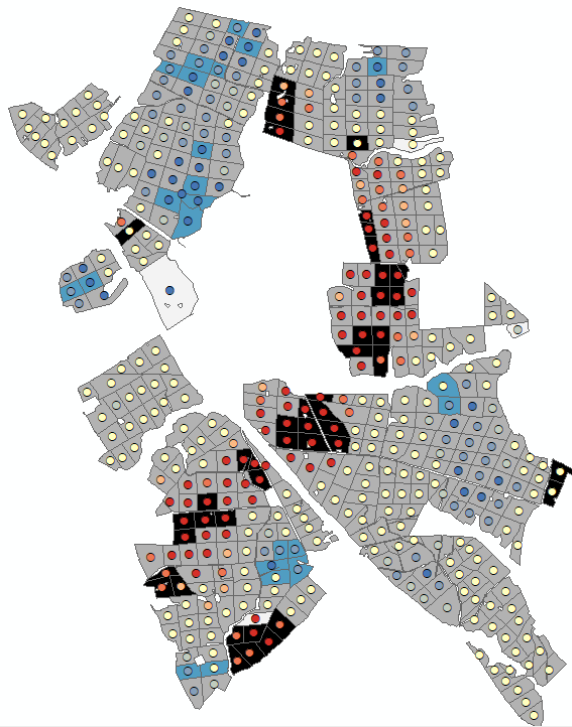
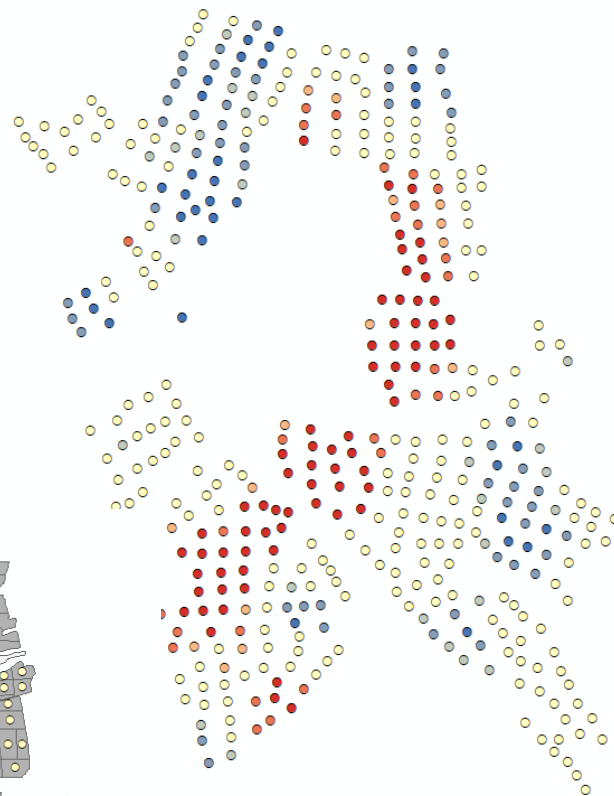
OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

Сравнение точечных и полигональных классов объектов

- Слой
 - C:\dostup\INTERPOLATION ZEMLYA BELARUS\INTERPOLATION
 - Uchoz_GCS1942
 - Uchhoz_Polygon
 - C:\Users\Toma\Documents\ArcGIS\Default.gdb
 - Uchhoz_Polygon_HotSpots
 - Gi_Bin
 - Cold Spot - 99% Confidence
 - Cold Spot - 95% Confidence
 - Cold Spot - 90% Confidence
 - Not Significant
 - Hot Spot - 90% Confidence
 - Hot Spot - 95% Confidence
 - Hot Spot - 99% Confidence
 - Uchhoz_Polygon_ClustersOutli
 - Not Significant
 - High-High Cluster
 - High-Low Outlier
 - Low-High Outlier
 - Low-Low Cluster



- Слой
 - C:\Users\Toma\Documents\ArcGIS\Default.gdb
 - Uchoz_GCS1942_HotSpots
 - Gi_Bin
 - Cold Spot - 99% Confidence
 - Cold Spot - 95% Confidence
 - Cold Spot - 90% Confidence
 - Not Significant
 - Hot Spot - 90% Confidence
 - Hot Spot - 95% Confidence
 - Hot Spot - 99% Confidence
 - Uchhoz_Polygon_HotSpots
 - Gi_Bin
 - Cold Spot - 99% Confidence
 - Cold Spot - 95% Confidence
 - Cold Spot - 90% Confidence
 - Not Significant
 - Hot Spot - 90% Confidence
 - Hot Spot - 95% Confidence
 - Hot Spot - 99% Confidence
 - Uchhoz_Polygon_ClustersOutli
 - Not Significant
 - High-High Clus
 - High-Low Outli
 - Low-High Outli
 - Low-Low Cluste
 - C:\dostup\INTERPOLATION ZEMLYA BELARUS\INTERPOLATION
 - Uchoz_GCS1942
 - Uchhoz_Polygon



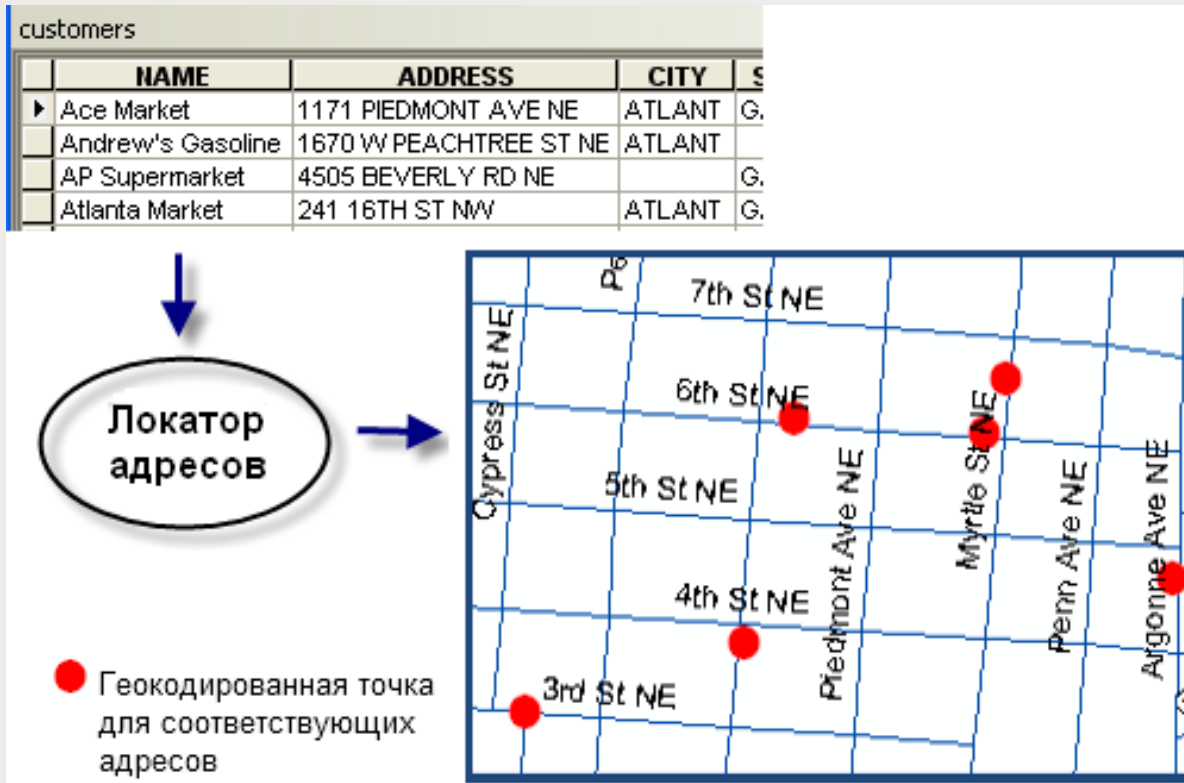
ГЕОКОДИРОВАНИЕ

- **ГЕОКОДИРОВАНИЕ** - процесс, преобразующий описание местоположения (например, координаты, адрес или название места) в местоположение на поверхности Земли.
- Геокодировать можно, вводя описание одного местоположения за один раз или вводя описание сразу нескольких местоположений в таблице.
- В результате геокодирования получают географические объекты с атрибутами, которые можно использовать для составления карт или пространственного анализа.

С помощью геокодирования можно быстро находить различные виды местоположений:

- достопримечательности или названия из географического справочника, такие как горы, мосты и магазины;
- координаты на основе долготы и широты или других систем привязки к местности;
- адреса в различных стилях и форматах, включая пересечения дорог, номера домов с названиями улиц и почтовыми кодами.

ГЕОКОДИРОВАНИЕ



Геокодирование сопоставляет адреса с локатором адресов и сохраняет результат для каждой входной записи в новом классе точечных пространственных объектов.

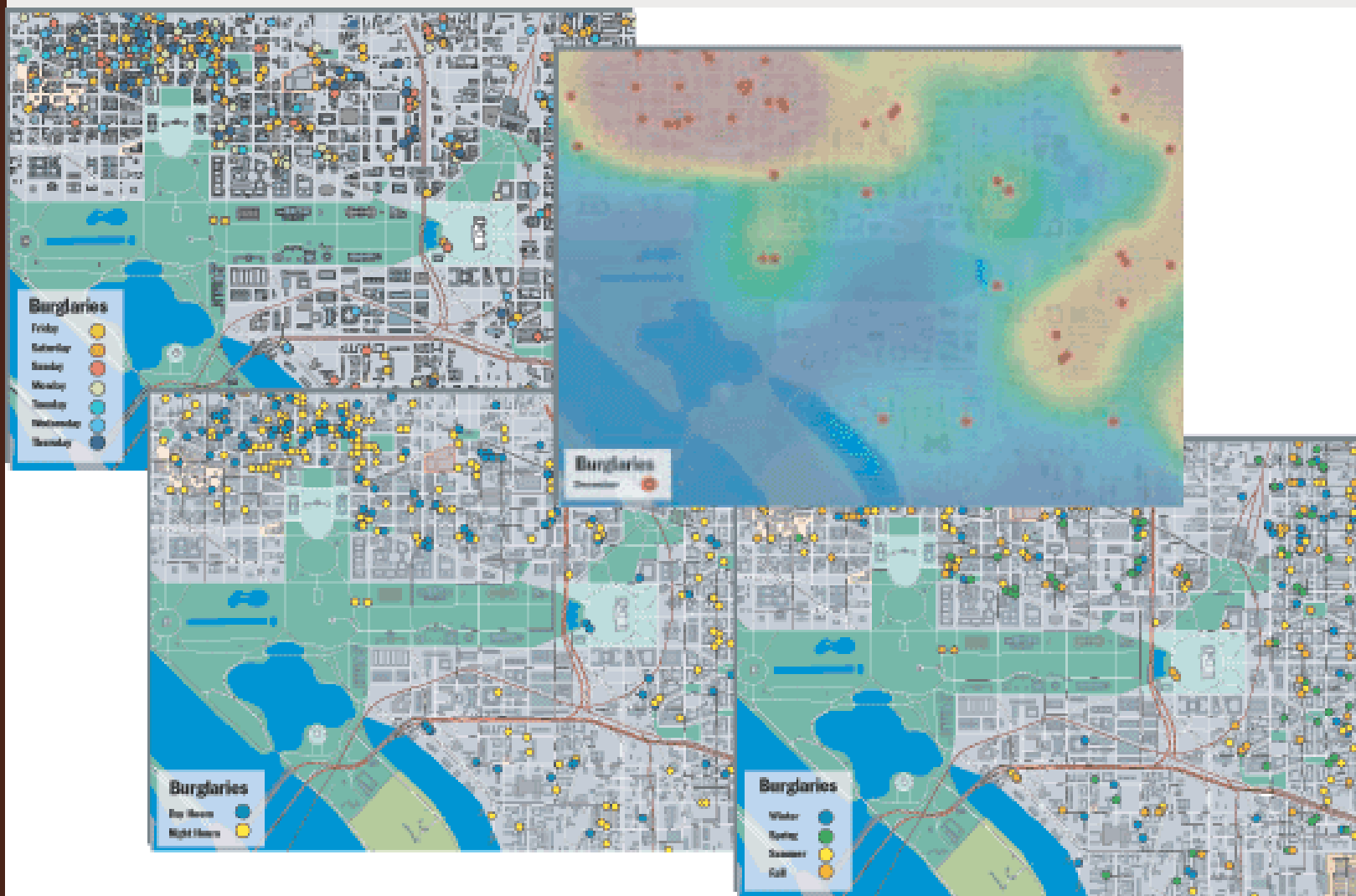
ГЕОКОДИРОВАНИЕ геокодирует таблицу с адресами. Для этого процесса требуется таблица, в которой хранятся адреса, которые необходимо геокодировать, а также локатор адресов или составной локатор адресов.

ЛОКАТОР АДРЕСОВ создается на основе определенного стиля локаторов. Созданный локатор адресов содержит свойства и параметры геокодирования, которые установлены в диалоговом окне Свойства локатора адресов (Address Locator Properties), адресные атрибуты базовых данных и запросы для выполнения поиска. Локатор адресов также содержит набор правил разбора и сопоставления адресов, которые указывают подсистеме геокодирования, как следует проводить стандартизацию и сопоставление адресов.

Основные характеристики стилей локаторов адреса, поставляемых с ArcGIS

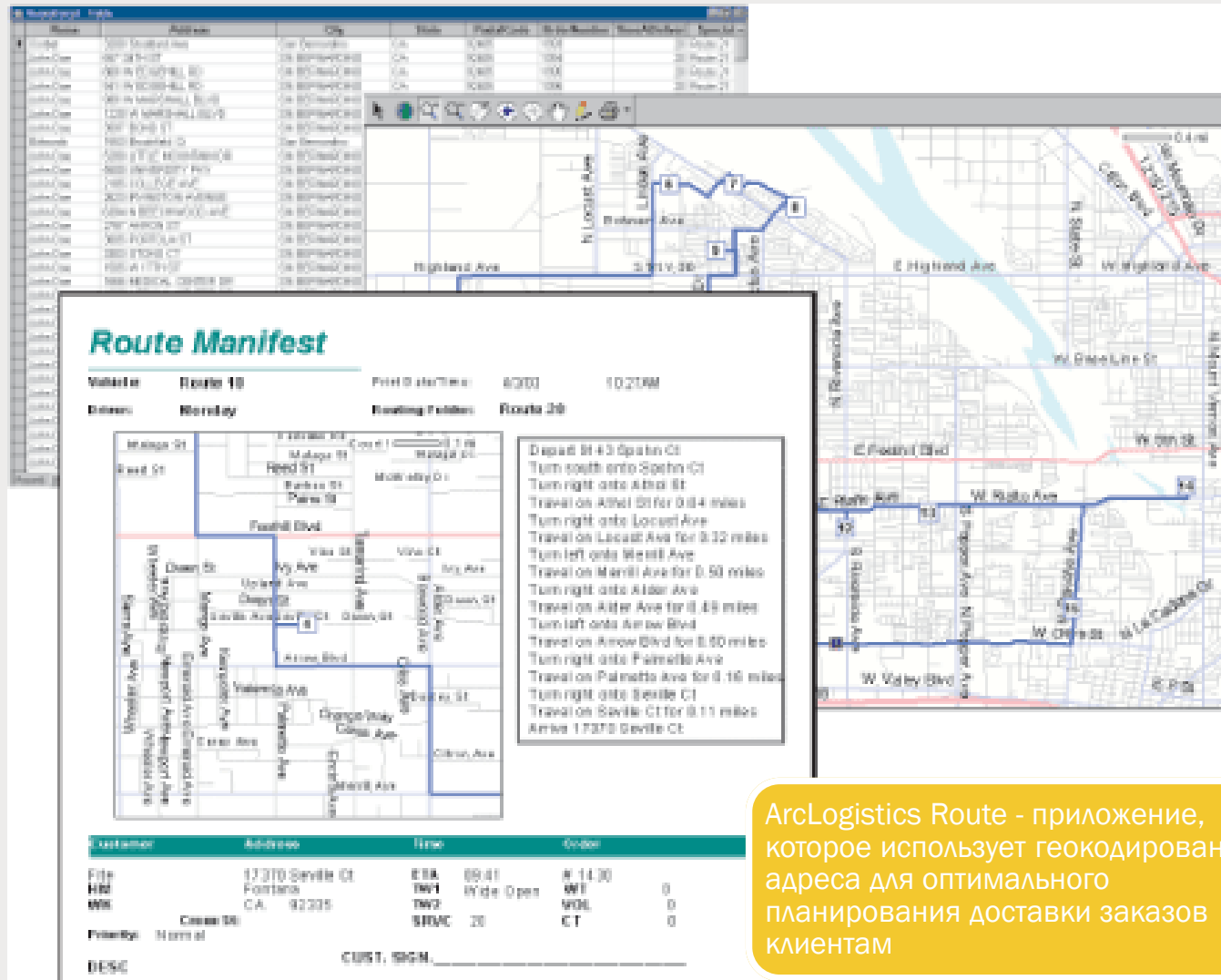
Стили	Типичная геометрия набора базовых данных	Типичное представление набора базовых данных	Параметры поиска адреса	Примеры	Применение функций путей расстояний
US Address—один диапазон	Линии	Один диапазон для каждой стороны сегмента улицы	Все элементы адреса хранятся в одном поле	Саммит-роуд 2 (2 Summit Rd.) N5200 County Rd PP Улица Пост 115-19 (115-19 Post St.)	Поиск дома на улице, где сторона не имеет значения, либо стороны улицы сохранены как атрибуты в каждом сегменте улицы
Стиль локатора Адрес в США — Дом (US Address—Single House)	Точки или полигоны	Каждый объект представляет один адрес	Все элементы адреса хранятся в одном поле	Переулок Черри 71 (71 Cherry Ln.) Рок-роуд W1700 (W1700 Rock Rd) Карсон-роуд 38-76 (38-76 Carson Rd.)	Поиск участков, зданий или точек с адресом
US Address — название улицы	Линии	Каждый объект с названием улицы и дополнительным названием зоны	Элементы адреса без номера дома в одном поле	Переулок Рэзбэри, Сан Антонио, Техас (Raspberry Lane San Antonio TX)	Поиск объектов по названию улицы
US Address—пятизначный почтовый индекс (ZIP код)	Точки или полигоны	Регион ZIP-кода или центроид	Пятизначный почтовый индекс (ZIP код)	22066	Поиск определенного местоположения по почтовому индексу (коду)
Общий—Город Штат Страна (General—City State Country)	Точки или полигоны	Город в границах страны	Название города и штата или его аббревиатура, название страны	Райс, Вашингтон, США (Rice, WA, USA) Торонто, Онтарио, Канада (Toronto, Ontario, Canada)	Поиск конкретного города в стране
Общий—Газетир (General—Gazetteer)	Точки или полигоны	Каждый объект представляет собой особое место, ориентир, или пункт.	Все элементы названия места в одном поле	Замок Лидс, Англия (Leeds Castle, England) Саппоро, Япония (Sapporo, Japan)	Поиск географических названий мест или ориентиров в любом районе мира
Общий — Одно поле (General—Single Field)	Точки или полигоны	Каждый объект идентифицируется по тексту, названию или индексу (коду)	Единая, определенная пользователем переменная	Кафе Кабрилло (Cafe Cabrillo) N1N115	Поиск объектов, идентифицируемых по названию или по индексу (коду)

АНАЛИЗ АДРЕСНЫХ ДАННЫХ



Ежегодный отчет о кражах первоначально создан путем геокодирования таблицы базы данных по кражам, в которых был записан адрес каждого преступления. Скриншоты показывают, как эти адреса распределяются по времени, сезонам, дням недели, что помогает специалистам предотвращать преступления такого рода в дальнейшем.


УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМИ ДАННЫМИ



ArcLogistics Route - приложение, которое использует геокодированные адреса для оптимального планирования доставки заказов клиентам

Геокодирование - один из ключевых моментов в управлении пользовательскими данными. Каждая организация имеет информацию об адресе каждого пользователя или клиента, представленную в виде таблицы, содержащей имя клиента, адрес, историю покупок и некоторые дополнительные рабочие данные. Геокодирование позволяет получить информацию клиентов и создать карту их местоположений. С помощью различных приложений эту информацию можно использовать многими способами: от построения маркетинговых стратегий до выделения отдельных целевых классов клиентов или создания маршрутных карт и инструкций по проезду.

ОБЩИЙ ДОСТУП К ПРИЛОЖЕНИЯМ ГЕОКОДИРОВАНИЯ



23765 Basicamente Place

Baseline Drive

Safford Street

Bowman Street

Avenida de los Osos

Birmingham Drive

Lewis & Clark Street

Somerset Lane

Kennedy Heights High School

Somerset Elementary School

Mountain charm in your own neighborhood
23765 Basicamente Place
This single family home built in 1928 has everything you need and more. Large, stone fireplace, spacious kitchen, detached two-car garage, large lot with views in all directions, hardwood floors, and log beams throughout. A must see!
2,800 sq ft 5 Bed, 3 Bath \$240,000

Фирмы, занимающиеся недвижимостью, пользуются преимуществами распространения информации о доступных помещениях через Интернет.

Комбинируя информацию из базы данных о домах и веб-сервисы ArcGIS, можно распространять пространственную и непространственную информацию широкому кругу пользователей.

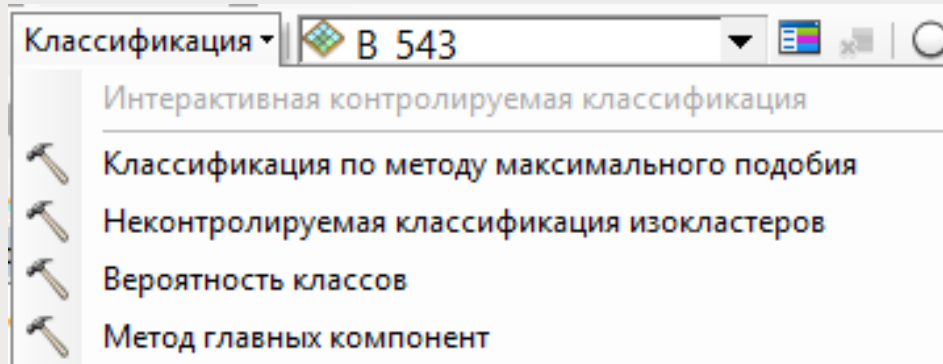
КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- Классификация растровых изображений – это процесс извлечения классов информации из многоканального растрового изображения.
- Растр, полученный в результате классификации изображения, можно использовать для создания тематических карт.
- Различают два типа классификации изображений: классификацию с обучением и классификацию без обучения.

При классификации изображений с обучением используются спектральные сигнатуры, полученные из обучающих выборок. Обучающие выборки, соответствующие классам, которые нужно извлечь, создаются пользователем. Из обучающих выборок создается также файл сигнатур, который затем будет использоваться инструментами многомерной классификации для классификации изображения.

При классификации без обучения программа сама находит спектральные классы (или кластеры) в многоканальном изображении без вмешательства аналитика.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ БЕЗ ОБУЧЕНИЯ



Минимальное действительное значение для числа классов равно двум. Максимально возможное число классов не ограничено.

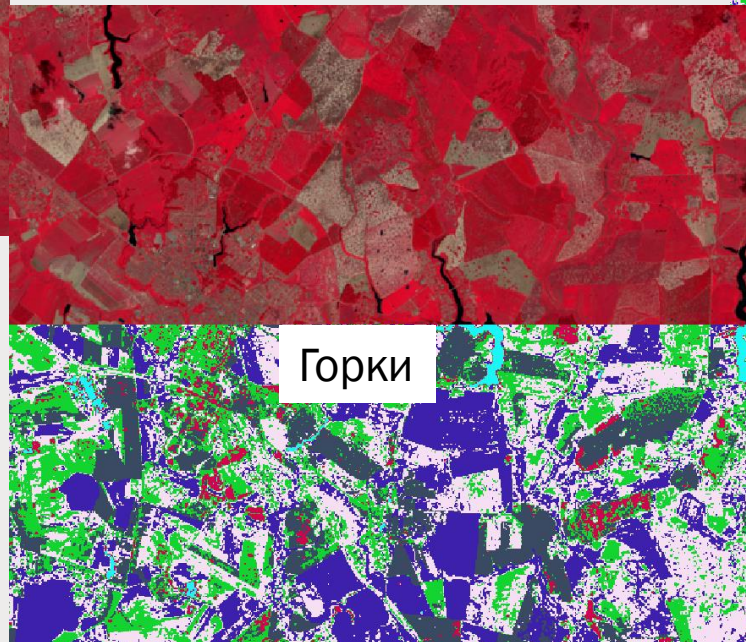
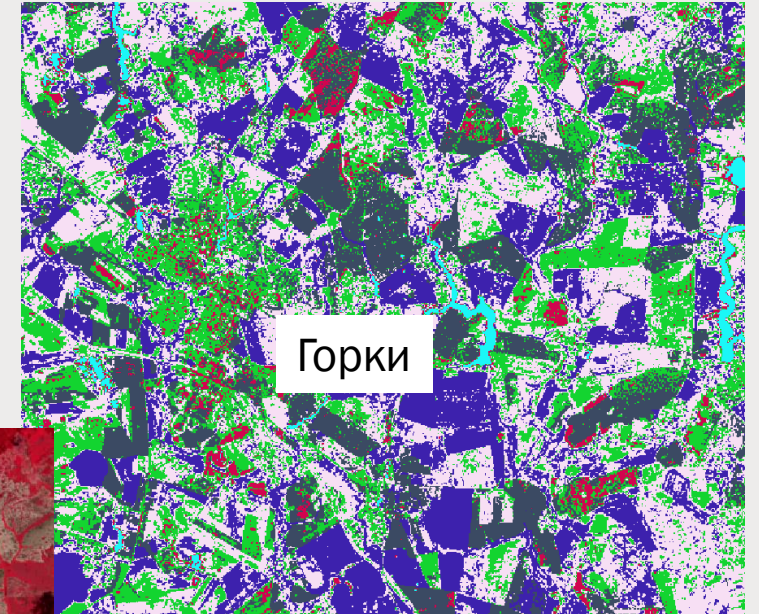
Значение, вводимое для интервала выборки, указывает, что в вычислениях кластера используется одна ячейка из каждого блока размером n -на- n .

В этом инструменте скомбинированы функции инструментов «Изокластер» и «Классификация по методу максимального подобия».

Каждый кластер должен содержать достаточное для адекватного представления кластера количество ячеек. Значение, вводимое для минимального размера класса, должно быть примерно в 10 раз больше, чем число слоев на входных каналах раstra.

Чем больше ячеек содержится в экстенде пересечения входных каналов, тем большие значения должны быть заданы для минимального размера класса и интервала образца. Значения, вводимые для интервала выборки, должны быть достаточно малы с тем, чтобы корректно создать кластер для самых небольших участков, соответствующих категориям во входных данных, которые нужно отобразить.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ БЕЗ ОБУЧЕНИЯ



Растровое
изображение до
классификации
(комбинация каналов
Landsat-8 5,4,3)

Растровое
изображение после
классификации без
обучения
(комбинация каналов
Landsat-8 5,4,3)

КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ОБУЧЕНИЕМ

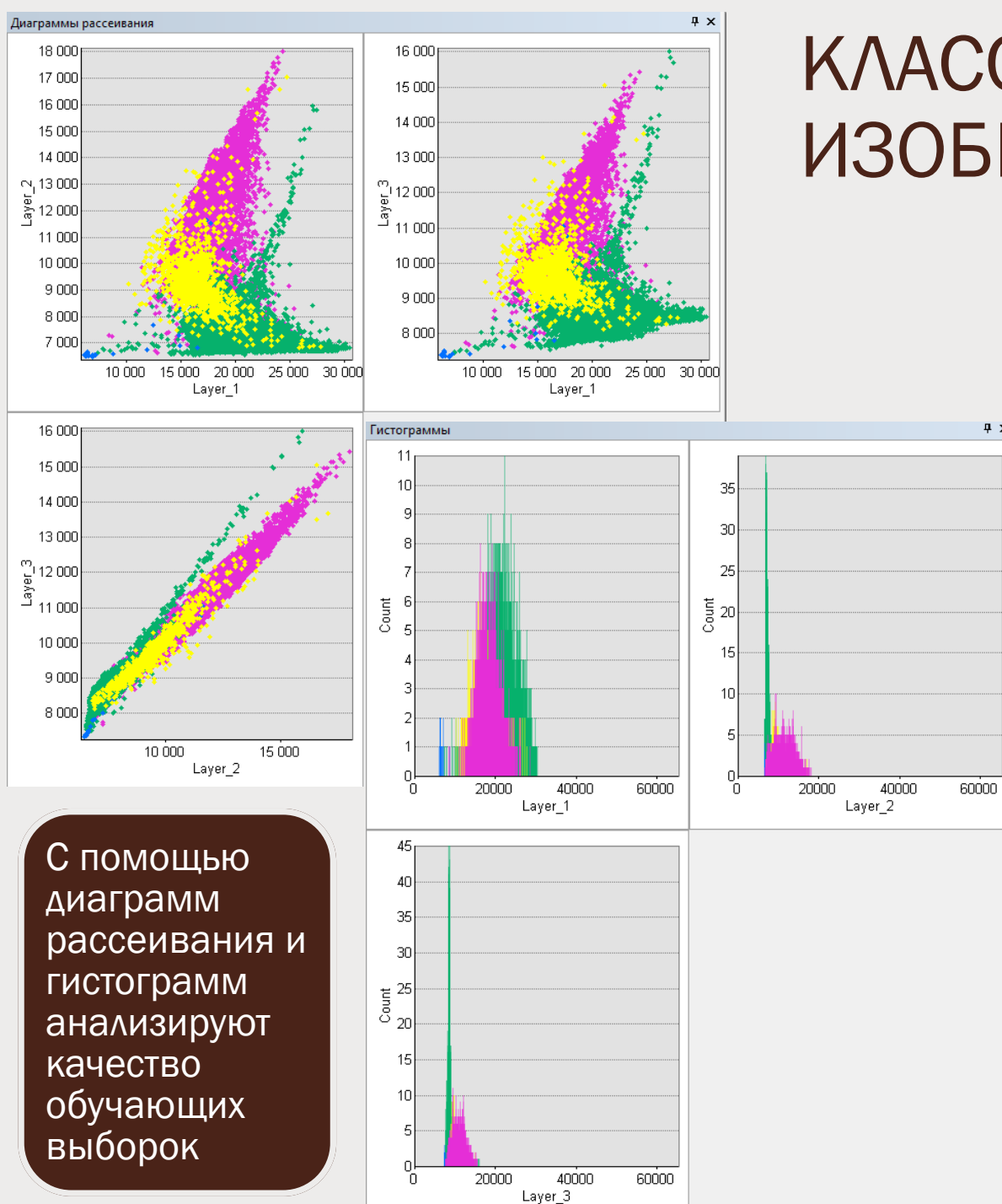
Обучающая выборка

Ид...	Имя класса	Значение	Цвет	Число
1	Земли без растительного покрова	1	Мagenta	8068
2	Земли с растительным покровом	21	Green	17501
3	Водные объекты	52	Blue	53
4	Населенные территории	53	Yellow	2502

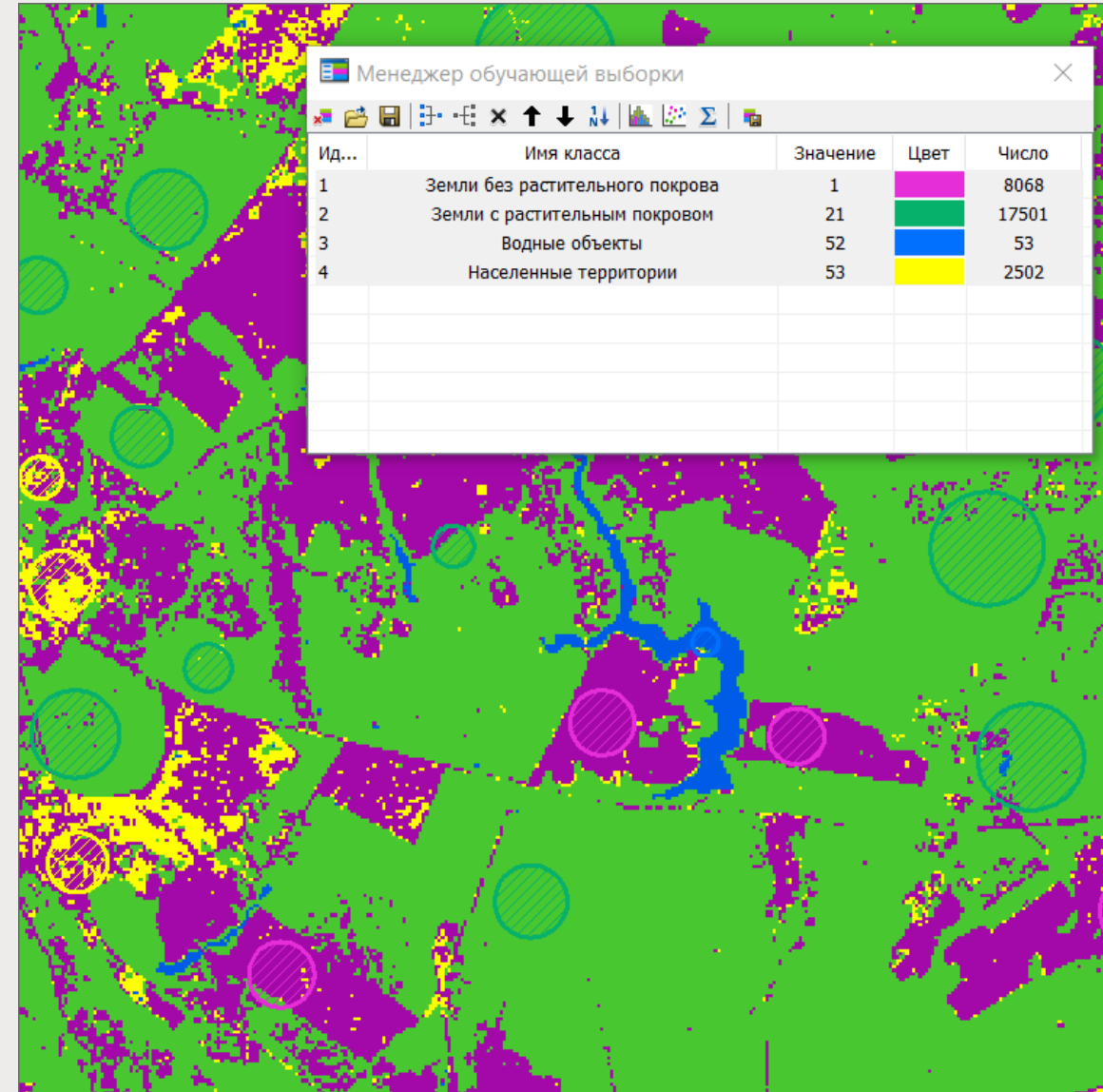
Обучающая выборка может редактироваться как в процессе создания, так и после его завершения.

С помощью менеджера обучающей выборки на растровом изображении были выделены 4 класса объектов.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ОБУЧЕНИЕМ



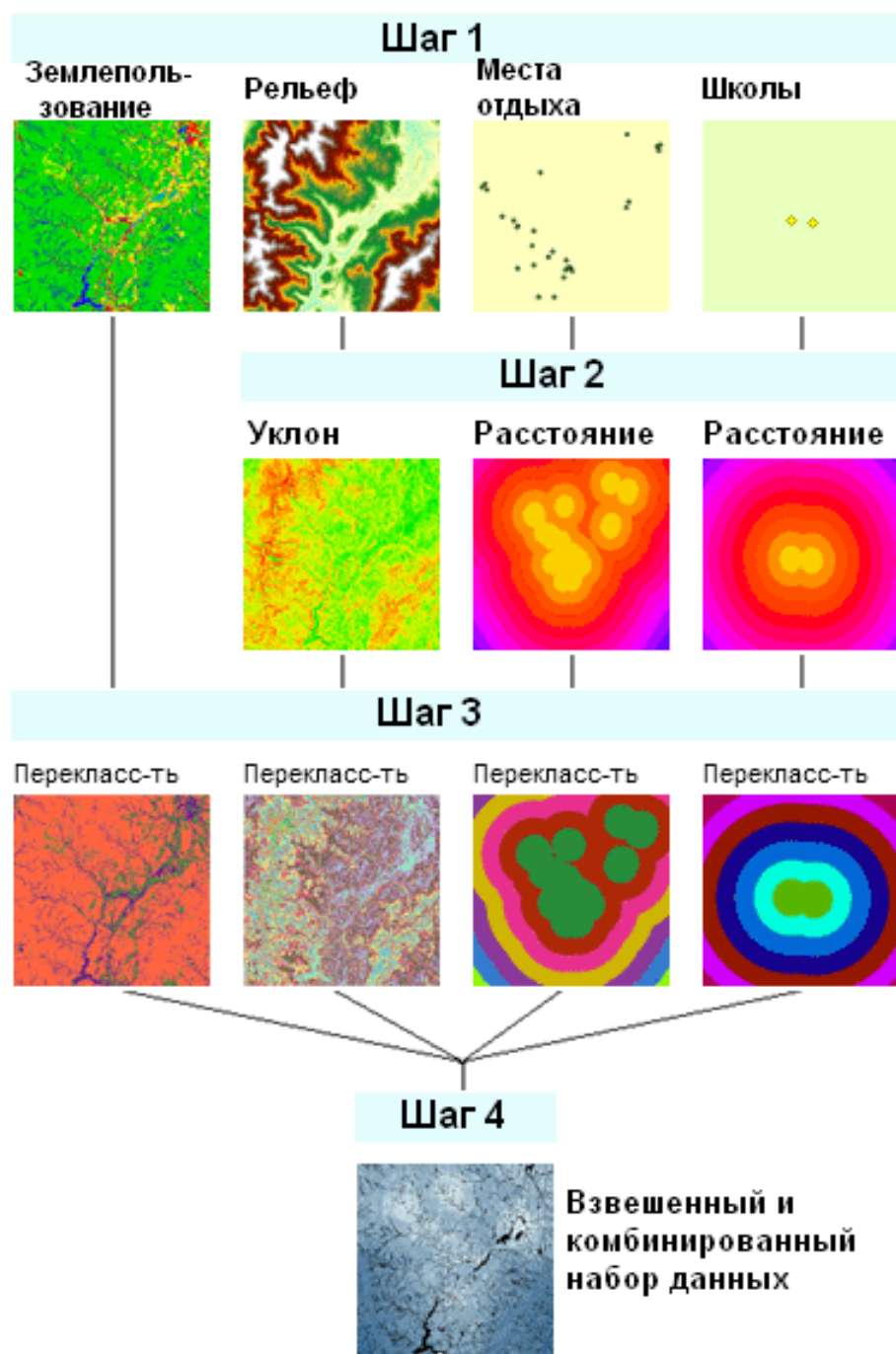
С помощью
диаграмм
рассеивания и
гистограмм
анализируют
качество
обучающих
выборок



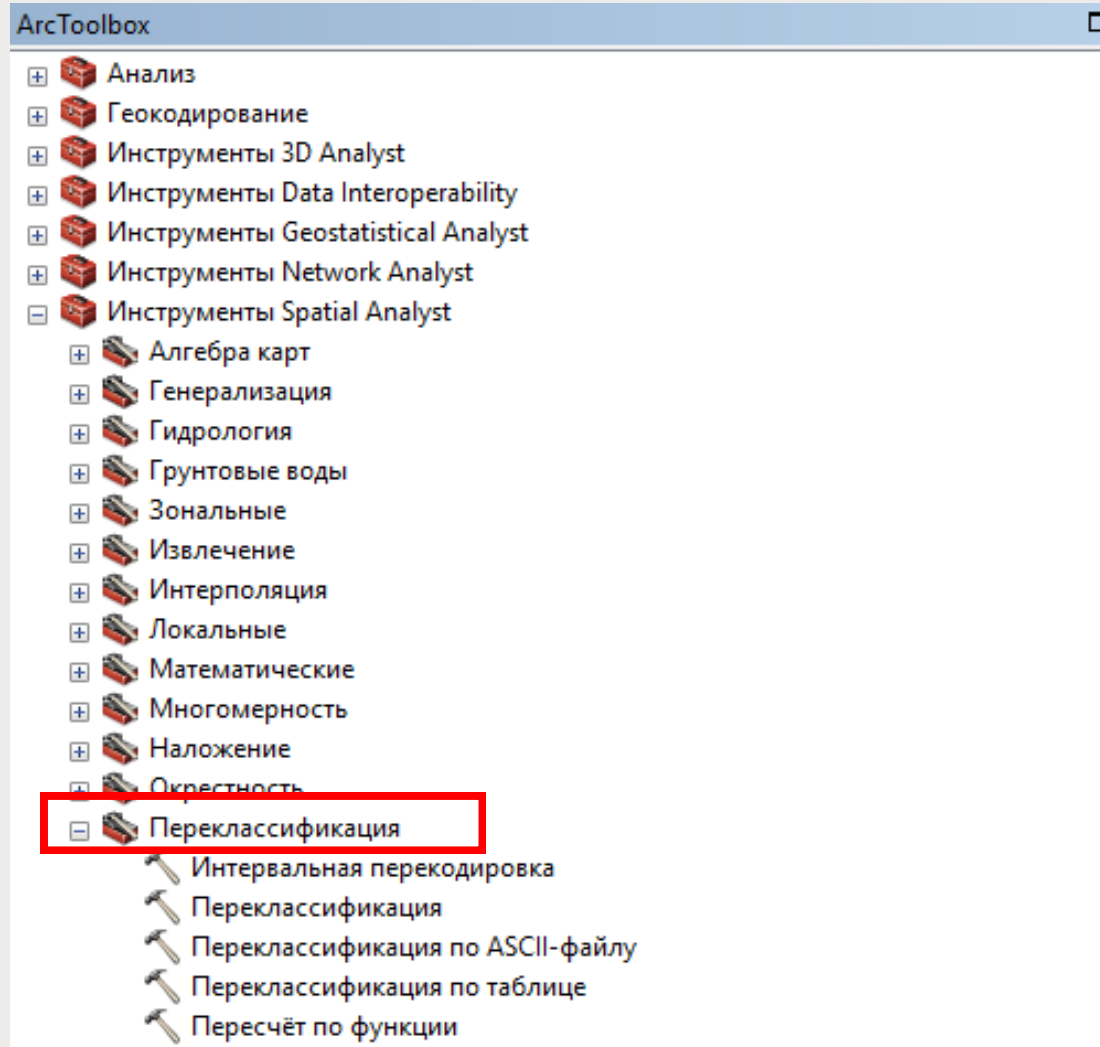
ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для чего выполняется
переклассификация:

- необходимо заменить значения входного растра на **новые значения** (например, землепользования в области, измененное с течением времени);
- необходимо упростить информацию в растре (например, можно группировать различные типы леса в один класс леса);
- необходимо изменение масштаба значений набора растров к общему масштабу;
- необходимо присвоение значений приоритета, чувствительности, последовательности или некоторых сходных критериев в растр. Это можно сделать на одном растре (растру типа почвы могут быть присвоены значения от 1 до 10 для представления возможной эрозии) или на нескольких растрах для создания общего масштаба значений.



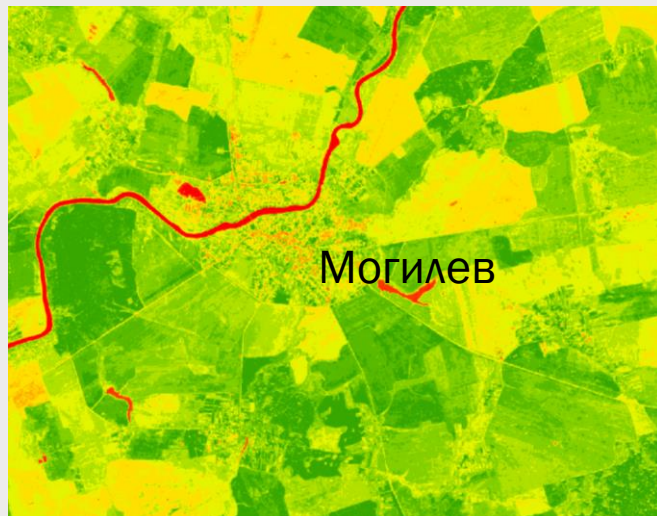
ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



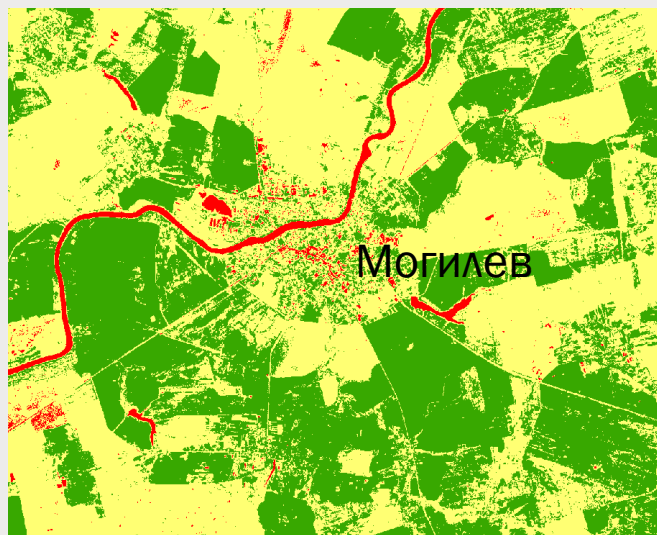
Инструменты переклассификации переклассифицируют или изменяют значения ячеек в альтернативные значения с использованием различных методов.

Возможно переклассифицировать одно значение одновременно или группы значений, используя альтернативные поля; на основе критериев, таких как заданные интервалы (например, группа значений в 10 интервалов); или по площади (например, группа значений в 10 групп, содержащих одинаковое количество ячеек).

ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



■	-0,684862912 - -0,398258497
■	-0,398258497 - -0,325304646
■	-0,325304646 - -0,262772773
■	-0,262772773 - -0,21066288
■	-0,21066288 - -0,163763975
■	-0,163763975 - -0,106443092
■	-0,106443092 - -0,049122209
■	-0,049122209 - 0,002987684
■	0,002987684 - 0,081152525
■	0,081152525 - 0,643939376



- данные отсутствуют
- удовлетворительное состояние растительности
- не удовлетворительное состояние растительности
- отсутствует растительность

Переклассификация

Входной растр: NDVI_T36UUF_20180421T090601_B081

Поле переклассификации: Value

Переклассификация

Старые значения	Новые значения
-0,262773 - -0,210663	2
-0,210663 - -0,163764	2
-0,163764 - -0,106443	2
-0,106443 - -0,049122	3
-0,049122 - 0,002988	3
0,002988 - 0,081153	3
0,081153 - 0,643939	3
NoData	NoData

Классифицировать

Уникальные

Добавить класс

Удалить классы

Загрузить... Сохранить... Обратный порядок новых значений Точность...

Выходной растр: C:\Users\Том\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Reclass_NDVI1

Заменить отсутствующие значения на NoData (дополнительно)

OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

Переклассификация

Таблица переклассификации, которая определяет, как переклассифицируются значения.

- Старые значения (Old values) – диапазоны значения ячеек во входном растре. Возможные параметры: одно значение, диапазон значений, строка или NoData. Список отдельных значений можно задать, разделив их точкой с запятой (;). Диапазон значений можно задать, используя дефис в качестве разделителя диапазона (-).
- Новые значения (New values) – новое значение для назначения значений или диапазонов значений.
- Классифицировать – открывает диалоговое окно, в котором можно указать Метод классификации. Варианты: Вручную (Manual), равный интервал (Equal interval), Заданный интервал (Defined interval), Квантиль (Quantile), Естественные границы (Natural Breaks (Jenks)) и Ср. кв. отклонение (Standard Deviation).
- Уникальный (Unique) – переклассифицирует входной растр в уникальные значения (самое низкое значение ячейки входных данных будет

4. Локальные, зональные и фокальные операции. Операции вычислительной геометрии. Оверлейные операции. Построение буферных зон

ЛОКАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

ЛОКАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПОЗВОЛЯЮТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ
ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ В ПРЕДЕЛАХ ОДНОЙ ЯЧЕЙКИ РАСТРА

Существует пять категорий анализа, который выполняют с помощью локальных операций:

- Вычислить статистику для каждой ячейки (например, минимальное значение).
- Присвоить уникальное значение для определенной комбинации значений в соответствующей точке.
- Присвоить число совпадений значений входной ячейки с указанными критериями.
- Присвоить ячейке значение, удовлетворяющее указанным критериям других входных значений.
- Вычислить положение растра, значения ячеек которого удовлетворят критериям, определяемым на основании других входных значений.

СТАТИСТИКА ПО ЯЧЕЙКАМ РАСТРА

Для нескольких входных растров с разными значениями ячеек определяются такие статистические показатели:

- минимальное, максимальное и среднее значения, медиана;
- большинство - значения, чаще всего встречающиеся среди входных растров;
- меньшинство - значения, реже всего встречающиеся среди входных растров;
- диапазон значений среди входных растров;
- среднеквадратическое отклонение среди значений ячеек входных растров;
- сумму значений ячеек всех входных растров;
- разнообразие - количество уникальных значений среди входных растров

КОМБИНИРОВАНИЕ РАСТРОВ

Выполняется комбинирование нескольких входных растров и присваивается новое значение каждой уникальной комбинации входных значений выходного растра. Исходные значения ячеек из каждого из входных данных записываются в таблицу атрибутов выходного растра. В таблицу атрибутов выходного растра добавляются дополнительные поля - по одному для каждого входного растра.

ПРИМЕР:

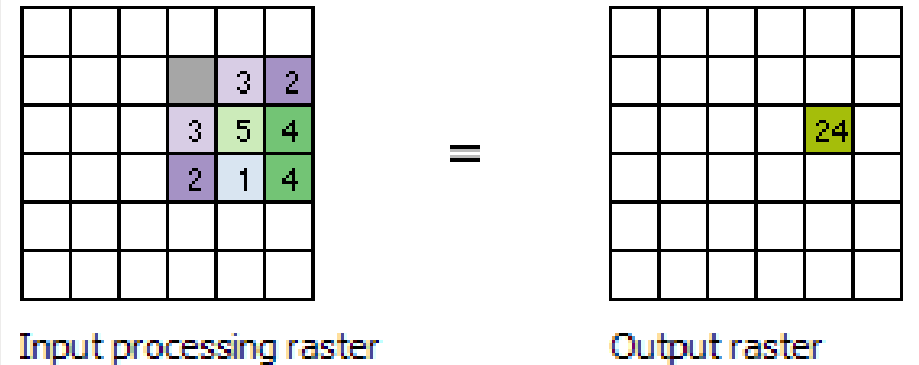
- Имеется два растра: InRas1 и InRas2. InRas1 содержит значения в диапазоне от 0 до 10, а InRas2 - значения в диапазоне от 0 до 21. Если скомбинировать два входных растра, выходная таблица атрибутов может выглядеть следующим образом:

Значение	Число (Count)	InRas1	InRas2
1	12	0	153
2	43	100	151
3	28	110	159
4	57	103	0
5	2	100	156
...

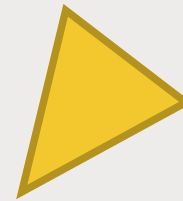
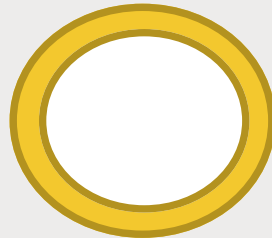
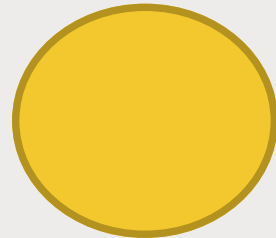
ФОКАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

- При выполнении **ФОКАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ** для каждой входной ячейки растра вычисляются статистические показатели значений в определенной вокруг нее окрестности.

Например: Задаётся окрестность прямоугольной формы размером 3 на 3 ячейки. Сумма значений ячеек окрестности ($3 + 2 + 3 + 4 + 2 + 1 + 4 = 19$) плюс значение обрабатываемой ячейки (5) равняется 24 ($19 + 5 = 24$). Поэтому значение 24 даётся ячейке выходного растра в том же местоположении, что и обрабатываемая ячейка входного растра.



Окрестность может быть в форме кольца, окружности, прямоугольника и клина. В окрестности можно вычислить следующие статистические параметры – среднее, большинство, максимум, медиана, минимум, меньшинство, диапазон, стандартное отклонение, сумма, разнообразие.

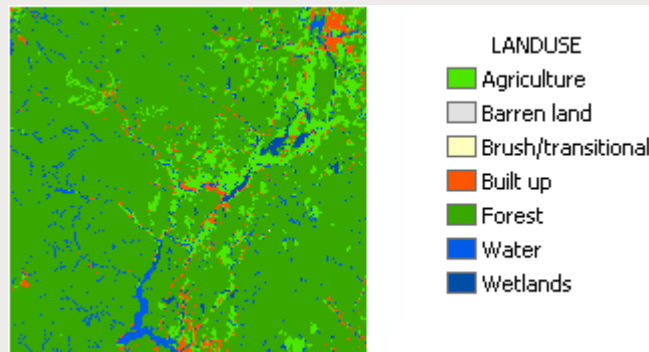


Определенные формы окрестности, которые могут быть заданы, являются прямоугольником любого измерения, кругом любого радиуса, кольцом любого радиуса и клином любого направления.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОКАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

ЗАДАЧА: необходимо определить местоположения, в которых имеется недостаточное количество типов растительности, для оценки устойчивости земель к проявлению водной эрозии (чем больше видов, тем выше устойчивость)

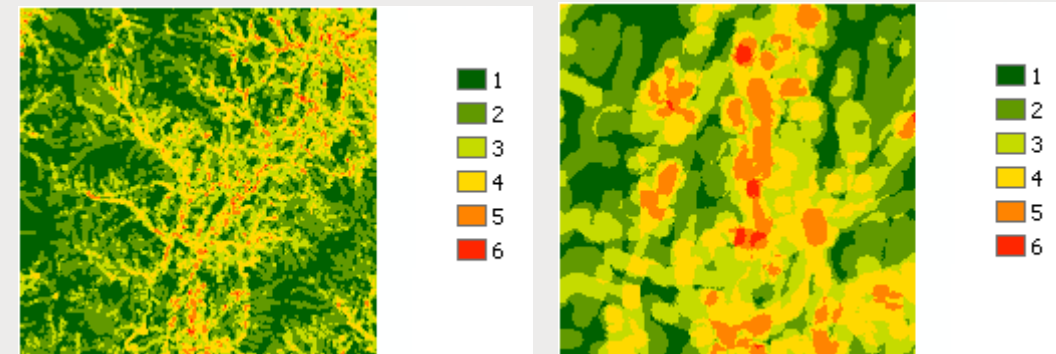
Имеется входной растр, содержащий информацию о почвенно-растительном покрове:



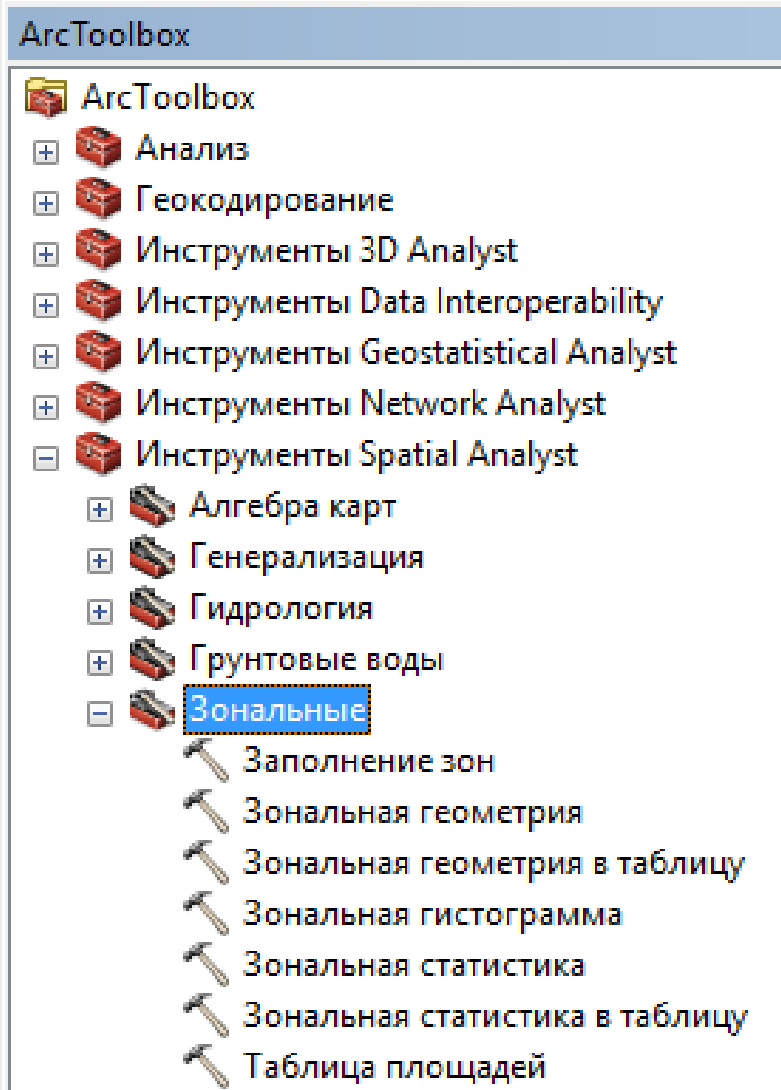
Для входного растра с помощью инструмента «Фокальная статистика» вычисляется количество различных типов почвенно-растительного покрова в каждой окрестности путем определения статистики «Разнообразию».

В таблице атрибутов для выходного растра сообщается, сколько ячеек содержат несколько типов почвенно-растительного покрова в определенной окрестности.

Rowid	VALUE *	COUNT
0	1	264368
1	2	302295
2	3	181003
3	4	97985
4	5	20884
5	6	1025



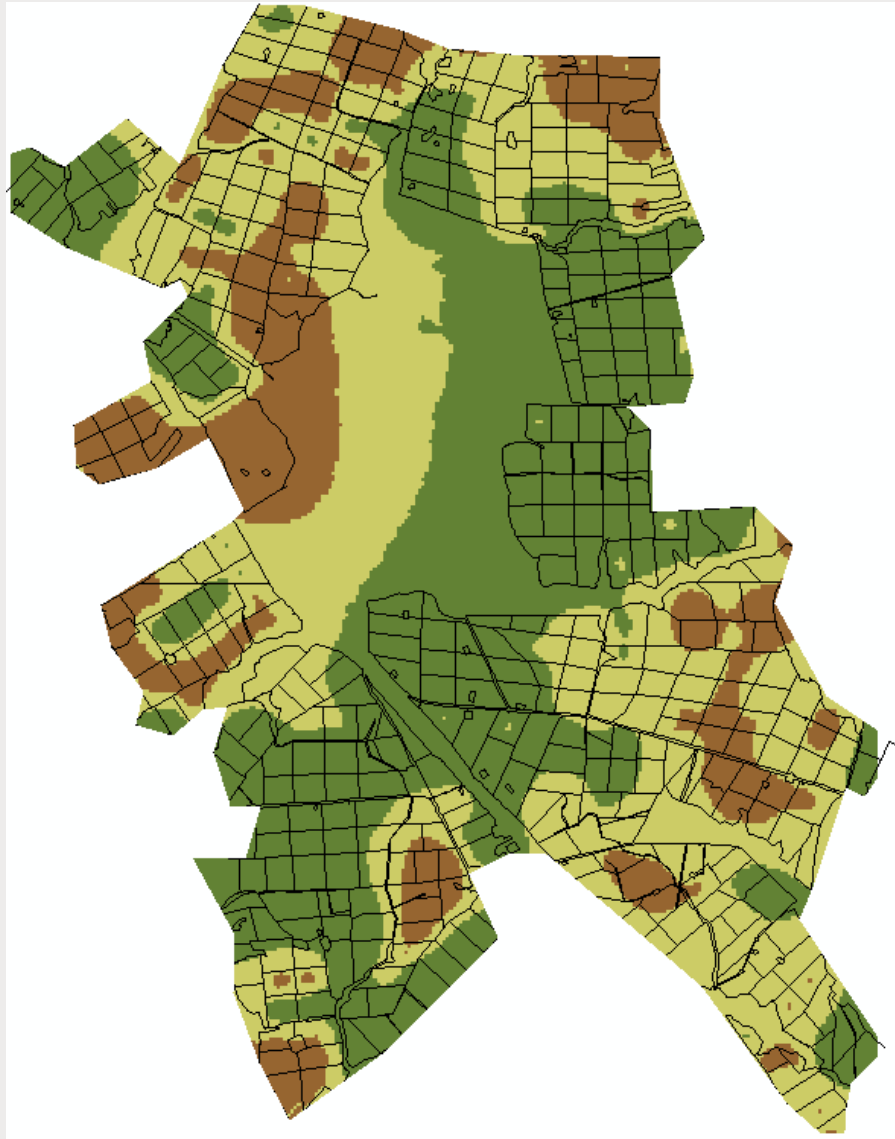
ЗОНАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ



Зональные операции позволяют выполнять анализ, выходные данные которого являются результатом вычислений, выполненных на всех ячейках, принадлежащих каждой входной зоне. Зона может быть определена как одна область конкретного значения, но она также может состоять из нескольких отсоединенных элементов, или регионов, все из которых имеют одно значение. Зоны могут задаваться растром или наборами классов объектов.

Некоторые зональные операции оценивают количество определённых свойств геометрии, или формы входных данных зоны, и им не требуются другие входные данные. Другие зональные операции используют входные данные зоны для определения местоположений, для которых будут вычисляться другие параметры, например, статистика, площади или частота значений. Существуют также зональные операции, которые используются для заполнения указанных зон минимальным значением, находящимся на границе зоны.

ЗОНАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ



Позволяют вычислить искомую статистику по площади по каждому контуру для каждого рабочего участка

Таблица

Tabulat_Reclass3

OBJECTID *	VALUE	FID 0	FID 1	FID 2	FID 3	FID 4	FID 5
1	1	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0
3	3	27951,459209	53197,938494	82952,717652	86559,35755	55902,918418	58607,898341
4	4	23443,159336	20738,179413	0	0	0	0
5	5	0	0	0	0	0	0

(0 из 5 Выбранные)

Tabulat_Reclass3

Зональная статистика в таблицу

Входные растровые или векторные данные зон
элементарные участки чистые

Поле зоны
FID

Входной растр значений
Reclass_IDW_1

Выходная таблица
C:\Users\Томас\Documents\ArcGIS\Default.gdb\ZonalSt_shp2

Игнорировать значение NoData при вычислениях (дополнительно)

Тип статистики (дополнительно)
ALL

Входной растр значений
Растр, содержащий значения, на основании которых будет вычислена статистика.

OK Отмена Параметры среды... << Скрыть Справку Справка инструмента

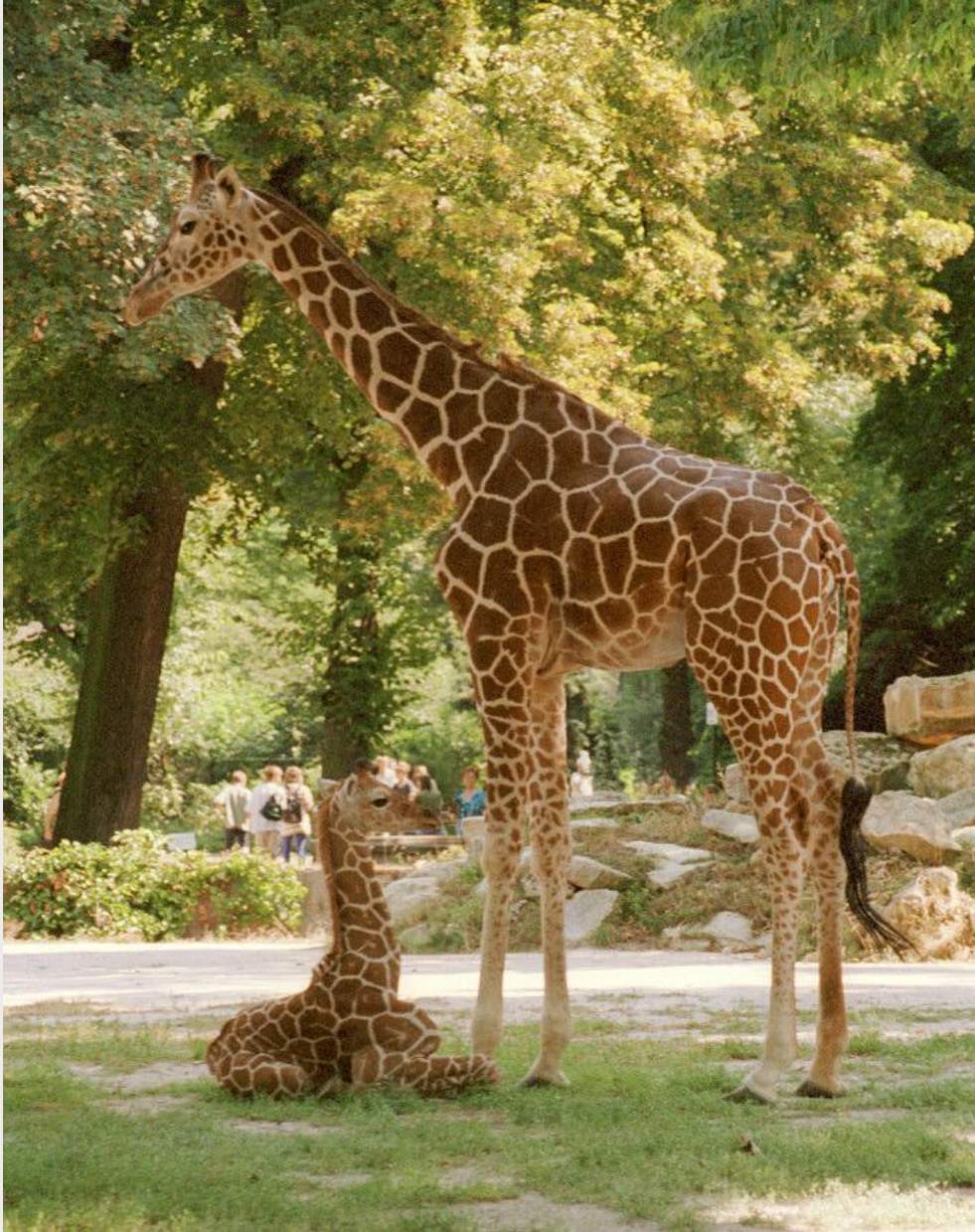
ОПЕРАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Полигоны (диаграммы) Дирихле – названы в честь Иоганна Петера Густава Лежён-Дирихле (1805 – 1859 гг.), который описал диаграммы для двух- и трехмерного случаев.

В информатике используют название «диаграммы Вороного» (названы в честь математика Георгия Феодосьевича Вороного, 1868-1908 гг.). Г. Ф. Вороной описал диаграмму Дирихле для пространств больших размерностей.

В географии и метеорологии принято название «полигоны Тиссена» в честь американского метеоролога Альфреда Тиссена, который в 1911 г. написал работу об использовании геометрических методов при прогнозировании погоды.

Построение полигонов Тиссена – практическое применение



Картография – для очерчивания границ регионов и дальнейшего геопространственного анализа на их основе

Геомаркетинг - определение оптимального места размещения продуктового магазина, аптеки

Геолокация - поиск и анализ местоположений

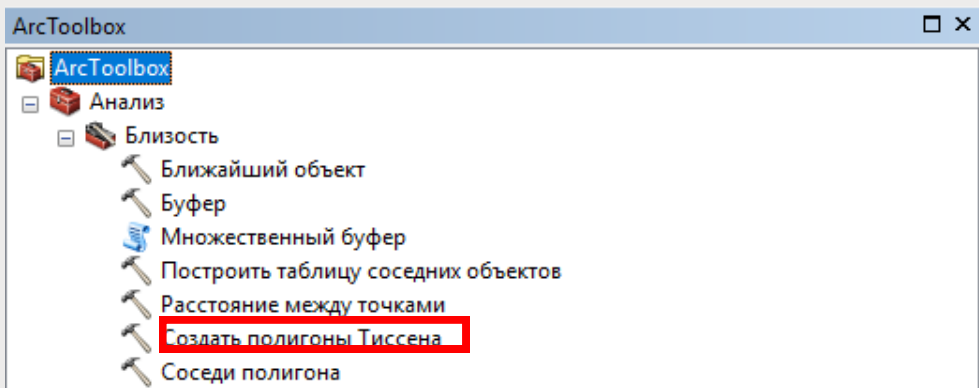
Химия – создание трехмерных моделей белковых молекул

Медицина – создание моделей структуры костной ткани

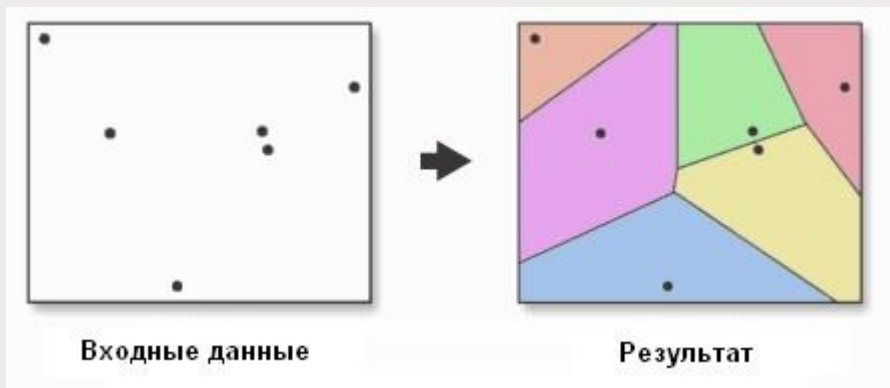
Муниципальное управление – поиск оптимального места для размещения объектов

Геология – определения зон влияния текущих запасов нефти в скважинах

Построение полигонов Тиссена

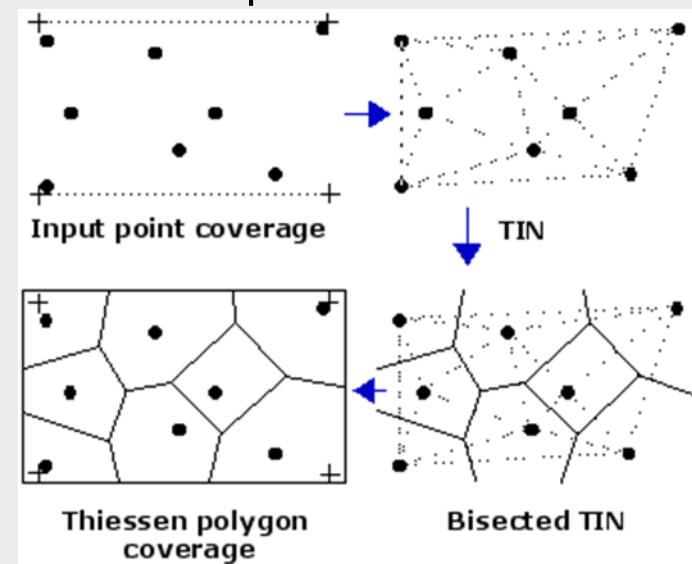


Полигоны Тиссена обладают уникальным свойством, суть которого в том, что каждый полигон содержит только одну входную точку, и любое место в пределах этого полигона находится ближе к связанной с ним точке, чем к точке любого другого полигона.

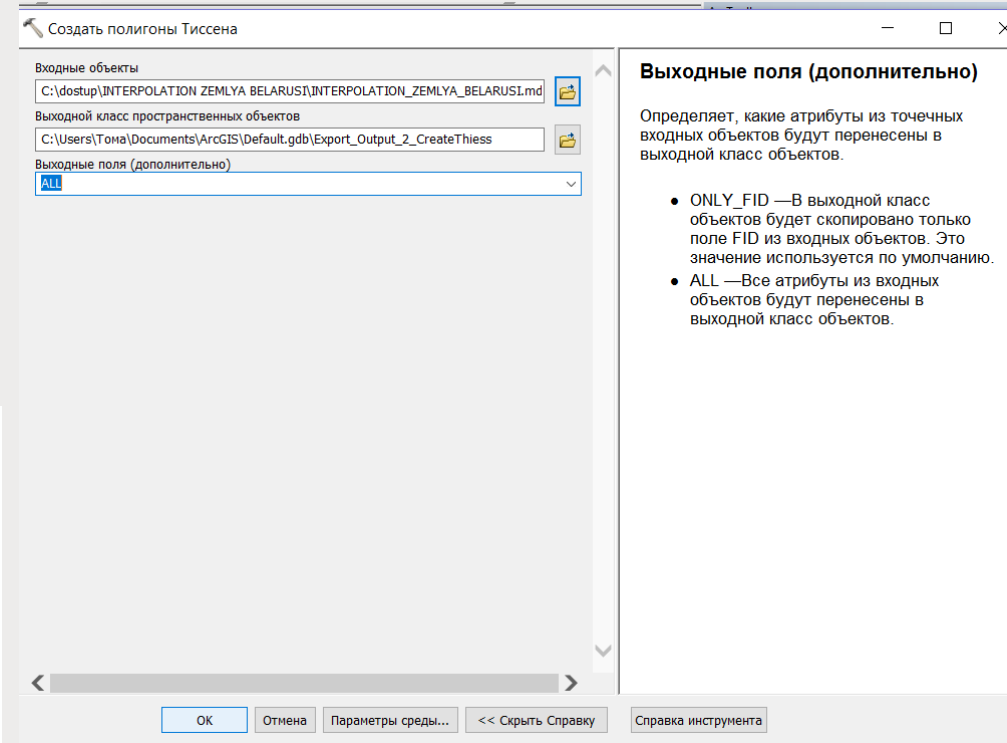
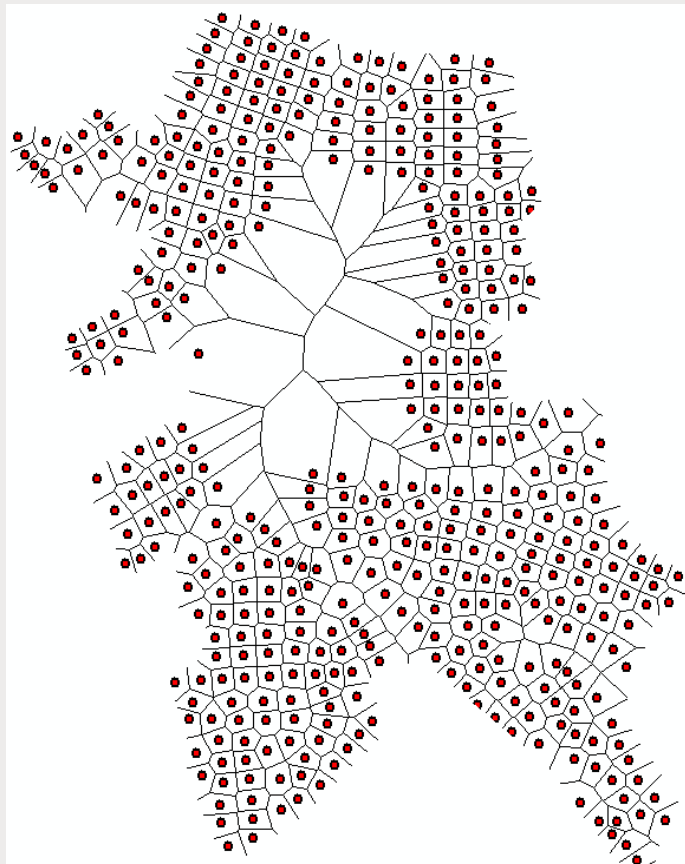
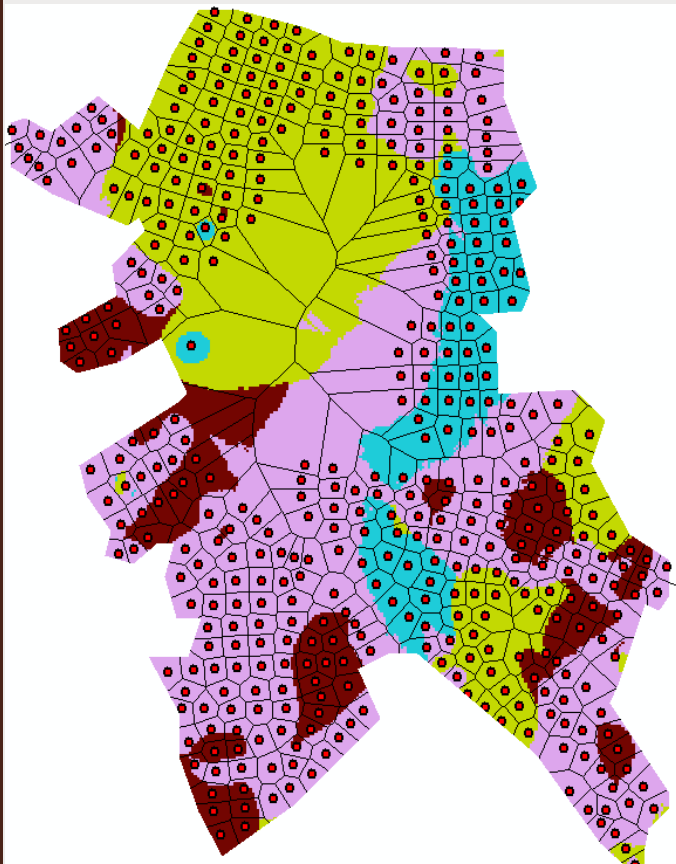


Полигоны Тиссена строятся следующим образом:

- Все точки используются для создания треугольников в триангуляционной нерегулярной сети (TIN) в соответствии с моделью Делоне.
- Для каждого ребра треугольника образуются серединные перпендикуляры, формирующие ребра полигонов Тиссена. Точка, в которой пересекаются биссектрисы, определяет местоположения вершин полигона Тиссена.



Построение полигонов Тиссена



Полигоны Тиссена могут использоваться для деления точечного покрытия на регионы, известные под названиями полигоны Тиссена. Каждый регион содержит только одну входную точку покрытия. Каждый регион обладает уникальным свойством, суть которого в том, что любое местоположение в регионе находится ближе к точке региона, чем к точке любого другого региона.

Соответствие границ и площадей административных районов Беларуси границам и площадям полигонов Тиссена



ОВЕРЛЕЙНЫЕ ОПЕРАЦИИ

Оверлейные операции (overlay) - это действия, в результате которых выполняется объединение пространственных характеристик покрытий в новый слой и реляционное соединение их атрибутивных таблиц.

Оверлейные операции представляют собой ГИС-операцию наложения друг на друга двух или более слоев, в результате чего образуется графическая композиция (графический оверлей) используемых слоев либо единственный результирующий слой, несущий в себе набор пространственных объектов исходных слоев, топологию этого набора и атрибуты, которые являются производными от значений атрибутов исходных объектов.

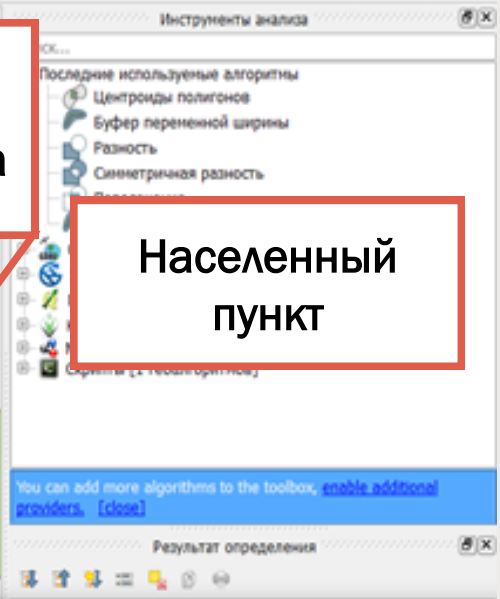
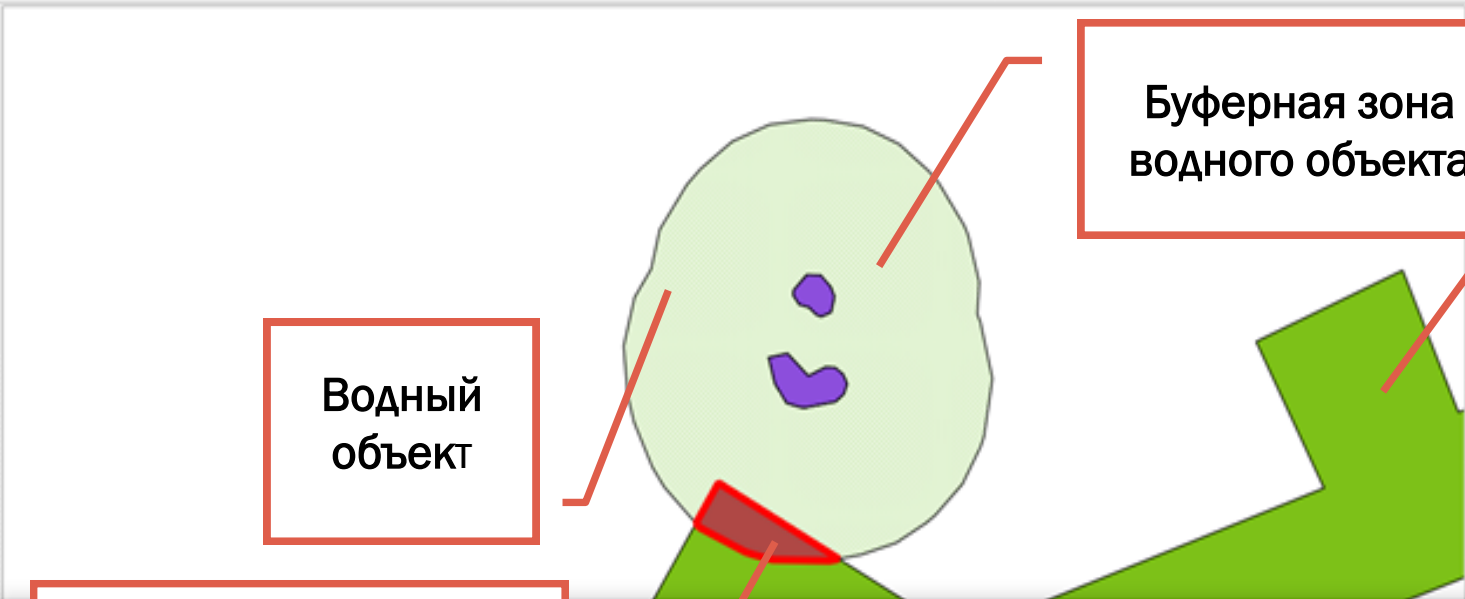
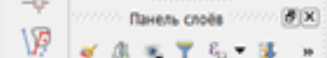
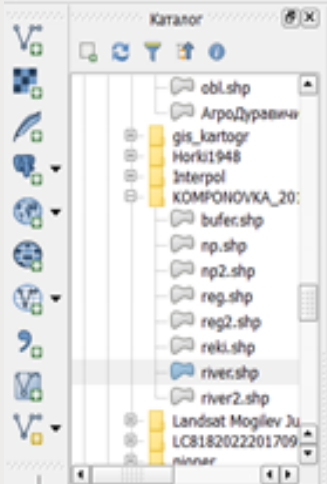
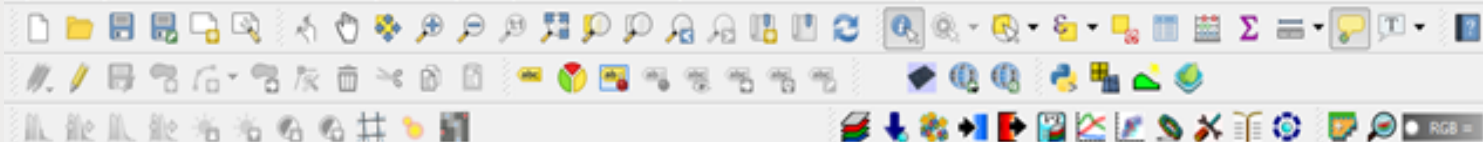
Цель выполнения оверлейных операций узнать ответ на вопрос: «Что находится поверх чего?»

Какой тип землепользования соответствует тому или иному типу почвы?

Какие земельные участки находятся в пределах зоны, подвергавшейся затоплению в последние 100 лет? ("В пределах" - это другой способ сказать "внутри" или "наверху".)

Какие дороги расположены в границах определенных административных районов?

Какие водоохранные зоны пересекаются с территориями населенных пунктов на определенной территории?



Водный объект

Буферная зона водного объекта

Населенный пункт

Оверлейный слой – слой пересечения буферной зоны и населенного пункта

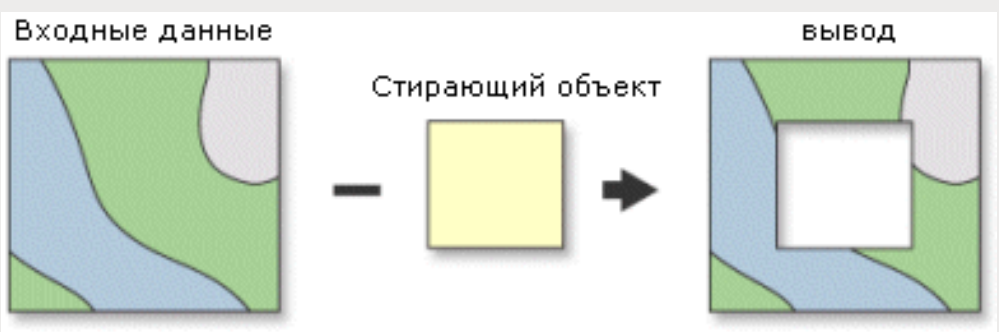
ID	A_DS	RECT	buff	natural_2	waterway_2	wetland_2	buff_2	area	perimeter	
1	Хотинская ...	Хотинский ра...	100	91188.441406...	1883.2384317...	NULL	NULL	NULL	NULL	
2	Хотинская ...	Хотинский ра...	100	22825.359375	875.89052176...	NULL	NULL	NULL	NULL	
3	Хотинская ...	Хотинский ра...	100	1325.3515625	212.67820046...	NULL	NULL	NULL	NULL	
4	Хотинская ...	Хотинский ра...	100	3168.03515625	267.75745352...	NULL	NULL	NULL	NULL	
5	25076793.000...	Бруёвка	hamlet	BY	Могилёвская ... Хотинский ра...	100	35046.296875	1375.6177500...	NULL	NULL
6	-5155543.00000	Липовка	village	BY	Могилёвская ... Хотинский ра...	100	9012.25	885.86692663...	NULL	NULL
7	25076856.000...	Хотинск	village	BY	Могилёвская ... Хотинский ра...	100	90580.628906...	2477.7090683...	NULL	NULL
8	25076907.000...	Новая Жизнь	hamlet	BY	Могилёвская ... Хотинский ра...	100	8463.96875	435.95842125...	NULL	NULL
9	25076807.000...	Ольшов 2	hamlet	BY	Могилёвская ... Хотинский ра...	100	2147.80078125	230.84558997...	NULL	NULL

В слое cross_area выделен 1 объект.



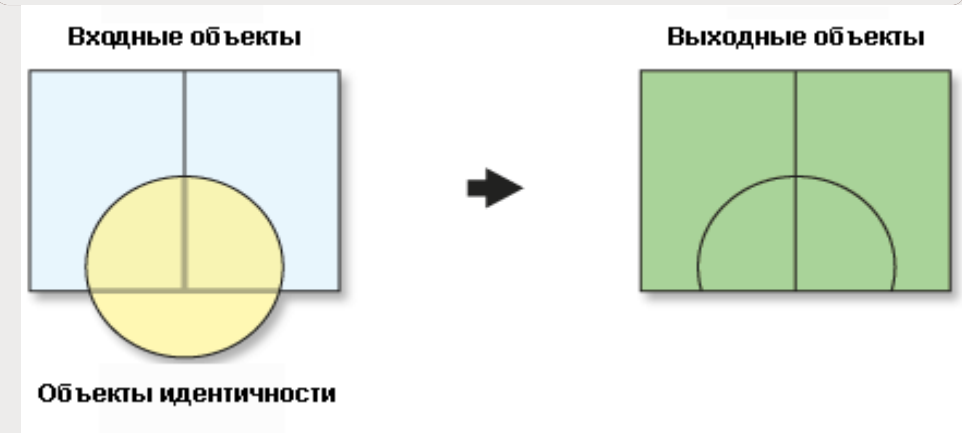
ОПЕРАЦИИ В Arcgis С ПОМОЩЬЮ ГРУППЫ ИНСТРУМЕНТОВ «НАЛОЖЕНИЕ»

СТИРАНИЕ



Создает класс пространственных объектов путем наложения входных объектов на полигоны стирающих объектов. В выходной класс объектов копируются только те части входных объектов, которые выходят за пределы границ стирающих полигонов.

ИДЕНТИЧНОСТЬ

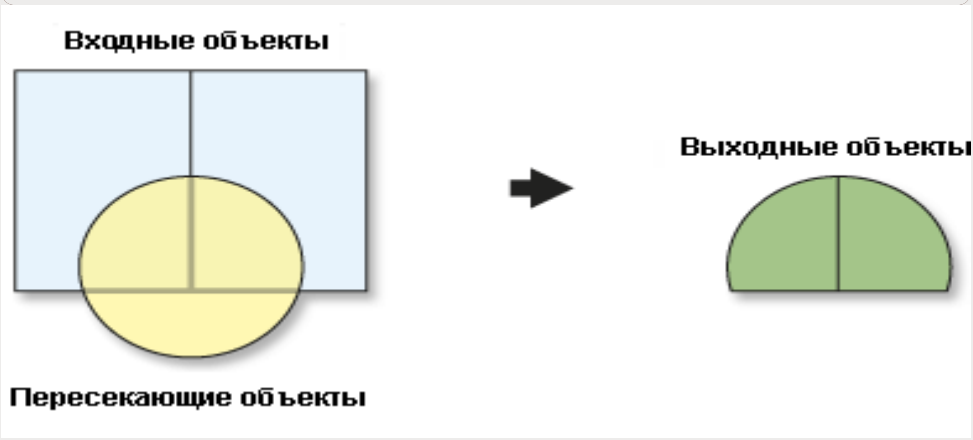


Вычисляет геометрическое пересечение между входными объектами и объектами идентичности. К входным объектам или их частям, которые совпадают с объектами идентичности, присоединяются атрибуты соответствующих объектов идентичности.



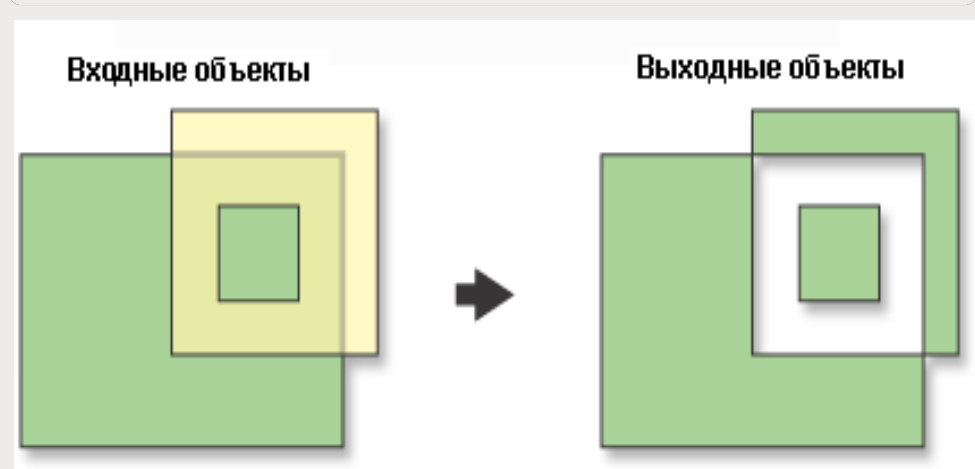
ОПЕРАЦИИ В Arcgis С ПОМОЩЬЮ ГРУППЫ ИНСТРУМЕНТОВ «НАЛОЖЕНИЕ»

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ



Вычисляет геометрическое пересечение между входными объектами. Пространственные объекты или части объектов, которые перекрываются во всех слоях и/или классах пространственных объектов, будут записаны в выходной класс объектов.

СИММЕТРИЧНАЯ РАЗНОСТЬ

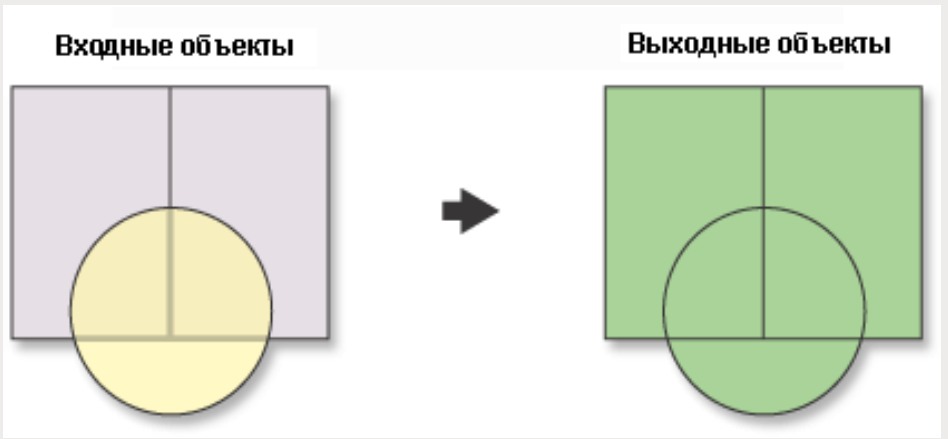


В выходной класс объектов будут записаны неперекрывающиеся области входных пространственных объектов и корректирующих пространственных объектов.



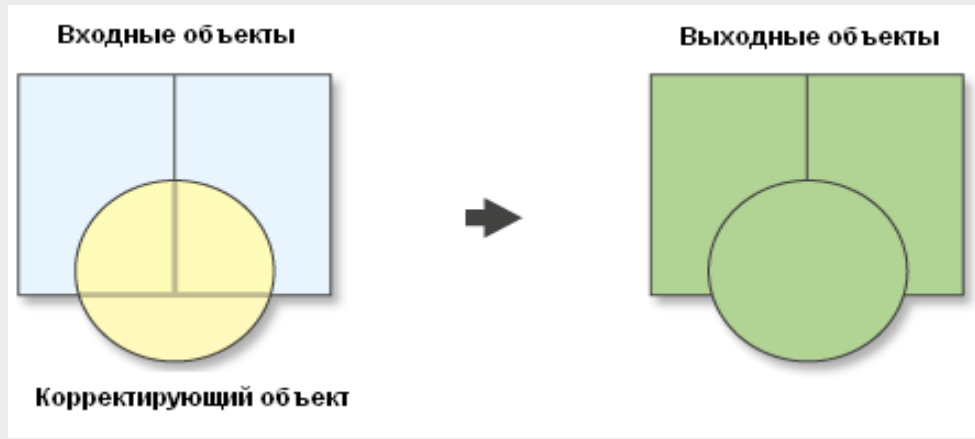
ОПЕРАЦИИ В Arcgis С ПОМОЩЬЮ ГРУППЫ ИНСТРУМЕНТОВ «НАЛОЖЕНИЕ»

ОБЪЕДИНЕНИЕ



Вычисляет геометрическое объединение входных объектов. В выходной класс объектов будут записаны все объекты и их атрибуты.

ОБНОВЛЕНИЕ



Вычисляет геометрическое пересечение входных объектов и корректирующих объектов. Атрибуты и геометрия входных объектов заменяются атрибутами и геометрией корректирующих объектов.

АЛГЕБРА ЛОГИКИ

Для реализации топологического наложения в ГИС используется алгебра логики.

В алгебре логики истинностные значения высказываний принято обозначать числами 1 (истина – true) и 0 (ложь – false). Каждой логической операции соответствует функция, принимающая значения 1, 0. Такие функции называются функциями алгебры логики или булевыми функциями.

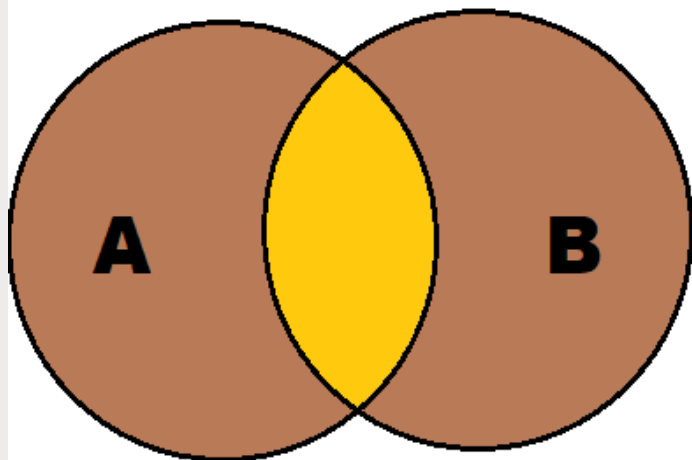
Чтобы определить, является ли определенное состояние истинным или ложным, в пространственном анализе используются логические операторы булевой алгебры, которые обозначаются AND (И), OR (ИЛИ), NOT (НЕ) в текстовом формате, и соответственно \cap , \cup , \neg в символьном формате.

АЛГЕБРА ЛОГИКИ

Два входных слоя топологического наложения можно рассматривать как два набора данных – набор А и набор В. Для них определяются следующие базовые логические операции:

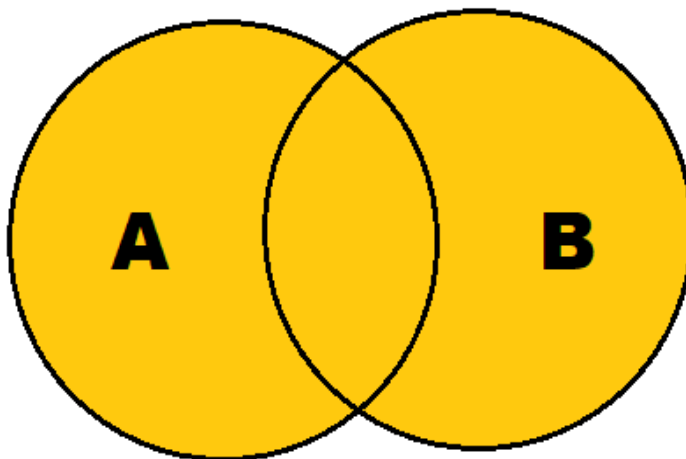
- логическая операция **конъюнкция** $A \cap B$ – определяет пересечение двух наборов данных, идентифицирующее те сущности, которые принадлежат и набору А, и набору В (истинно А и В);
- логическая операция **дизъюнкция** $A \cup B$ – определяет объединение двух наборов данных, идентифицирующее те сущности, которые принадлежат или набору А, или набору В (истинно А или В);
- логическая операция **отрицание** $A \neg B$ – определяет разность двух наборов данных, идентифицирующая те объекты которые принадлежат А, но не В (истинно не В).

АЛГЕБРА ЛОГИКИ



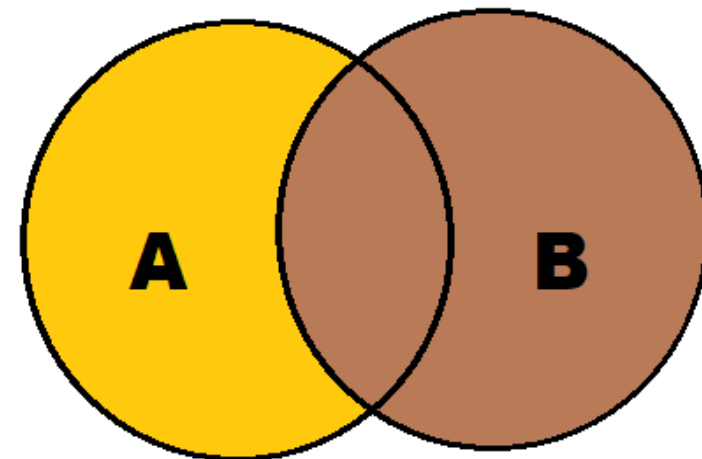
A AND B

КОНЬЮНКЦИЯ



A OR B

ДИЗЬЮНКЦИЯ



A NOT B

ОТРИЦАНИЕ

Построение буферных зон

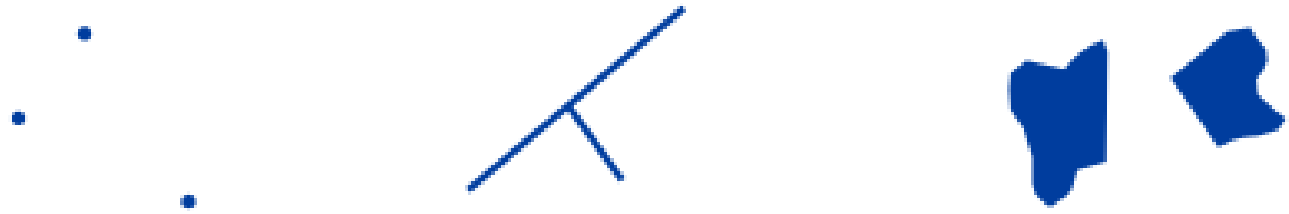
Создание буферных зон – это ГИС-операция, позволяющая определить области, окружающие геопространственные объекты. Они представляют собой полигональный слой, образованный путем расчета и построения эквидистант, или эквидистантных линий, равноудаленных относительно множества точечных, линейных или полигональных пространственных объектов.

Данная функция применяется при ГИС-поддержке решения таких типов географических задач, как проектирование санитарно-защитных зон предприятий, водоохраных зон водных объектов и т. п.

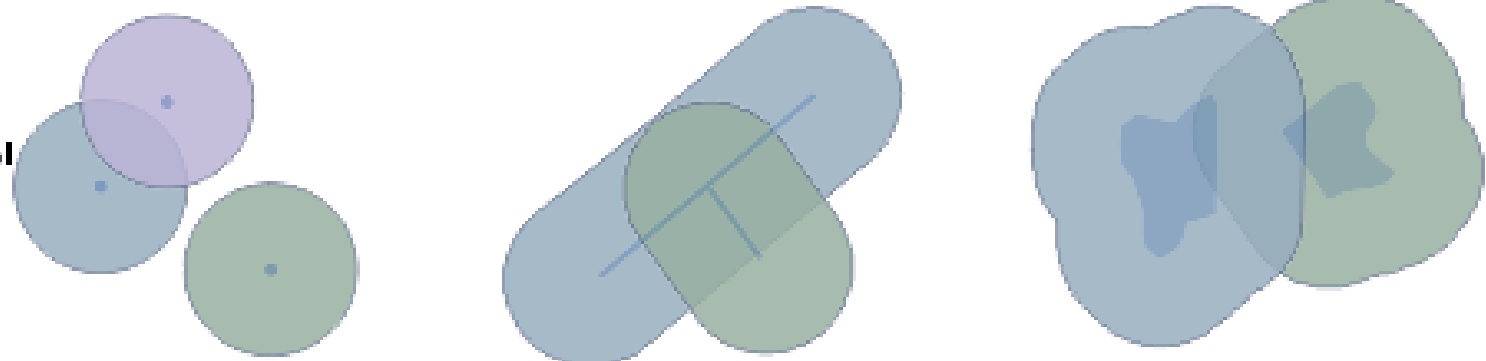
Построение буферных зон выполняется для точечных, линейных или полигональных векторных геопространственных объектов. В ГИС можно задавать расстояния буферных зон в различных единицах измерения: метрах, километрах, единицах стоимости, величинах кратности превышения того или иного показателя.

Построение буферных зон

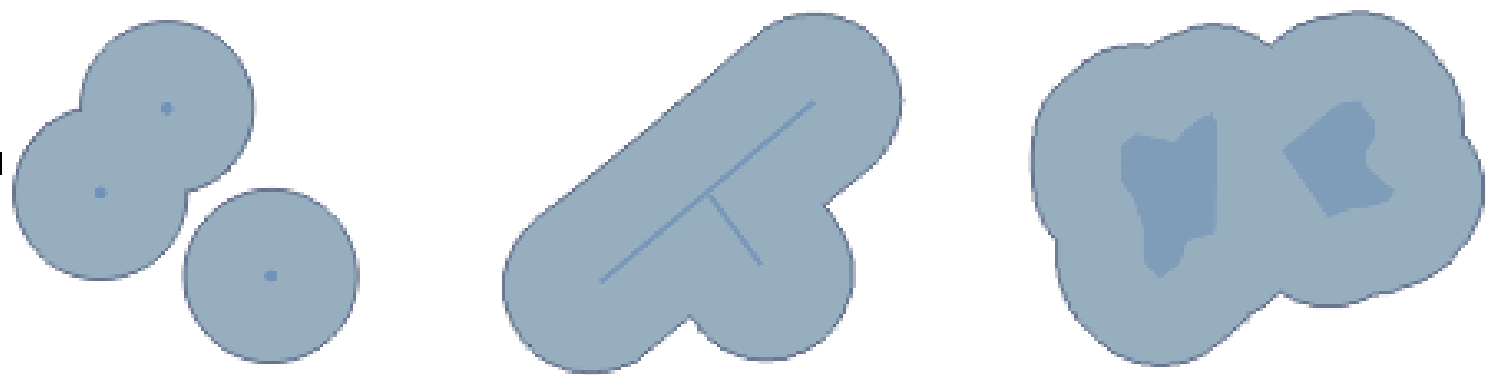
Входные объекты



Выходные объекты
Тип слияния:
NONE



Выходные объекты
Тип слияния:
ALL



Построение буферных зон

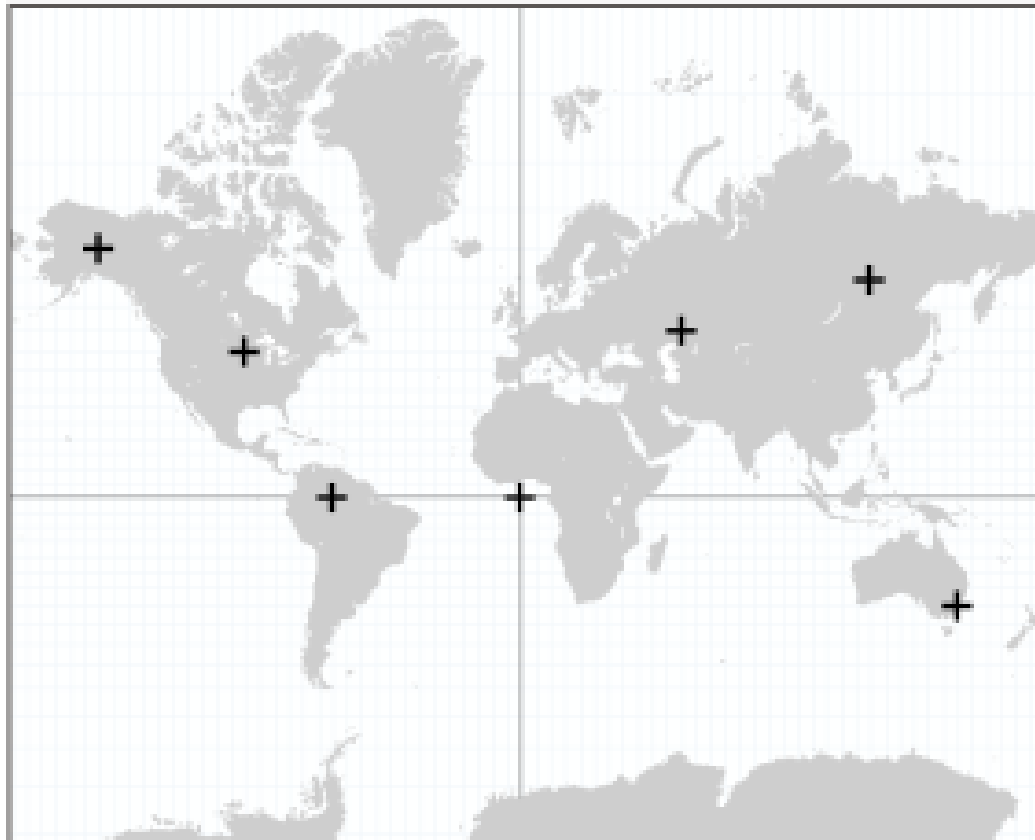
Существует два основных метода построения буферных зон: евклидовый и геодезический:

Евклидов буфер измеряет расстояния на двумерной координатной плоскости, где расстояние между двумя точками на плоскости измеряется по прямой, то есть как евклидово расстояние. Евклидовы буферы являются наиболее распространенными и хорошо подходят для анализа расстояний вокруг объектов в системе координат проекции, которые сосредоточены на относительно небольшой территории (такой как одна зона UTM).

Геодезические буферы строятся с учетом реальной формы поверхности земли (например, эллипсоид или еще более точная модель – геоид). Расстояния измеряются между двумя точками на сферической поверхности (геоида), что отличается от измерения того же расстояния на плоскости. Создание геодезических буферов предпочтительно в следующих случаях: 1) входные объекты располагаются далеко друг от друга (в разных зонах UTM, разных регионах мира); 2) пространственная привязка (проекция карты) входных объектов сильно искажает реальные расстояния, сохраняя при этом другие свойства – в первую очередь площади.

Различия буферных зон, построенных разными методами

World - Mercator



Буфер 1000 км

