

Теоретические основы геоинформационных систем

к.б.н., доц. Иванищева Е.А.

GIS



Основные понятия геоинформатики

- **Геоинформация** – пространственно распределенная информация об объектах или явлениях материального или нематериального вида
- **Геоданные** – данные об объектах и явлениях окружающей среды, требующие представления в координатно-временной форме

Основные понятия

- **Пространственный объект** – цифровое представление объекта реальности
- **Точечный** – нульмерный объект, одна пара координат
- **Линейный** – одномерный объект, две или более пар координат
- **Полигональный** – двухмерный объект, ограничен замкнутым линейным

Основные понятия

- **ГИС** – специализированная информационная система, предназначенная для работы на интегрированной основе с геопространственными и семантическими данными

Функции ГИС

- Сбор, кодирование, ввод информации
- Редактирование, обновление, хранение данных
- Получение информации в разных видах
- Сложные запросы
- Вывод результатов в виде карт, таблиц, диаграмм

Функции ГИС

- Визуализация
- Организация
- Обработка и анализ



Структура ГИС

- Аппаратные средства
- Программное обеспечение
- Данные, ресурсы, методики
- Информационный менеджмент (персонал)

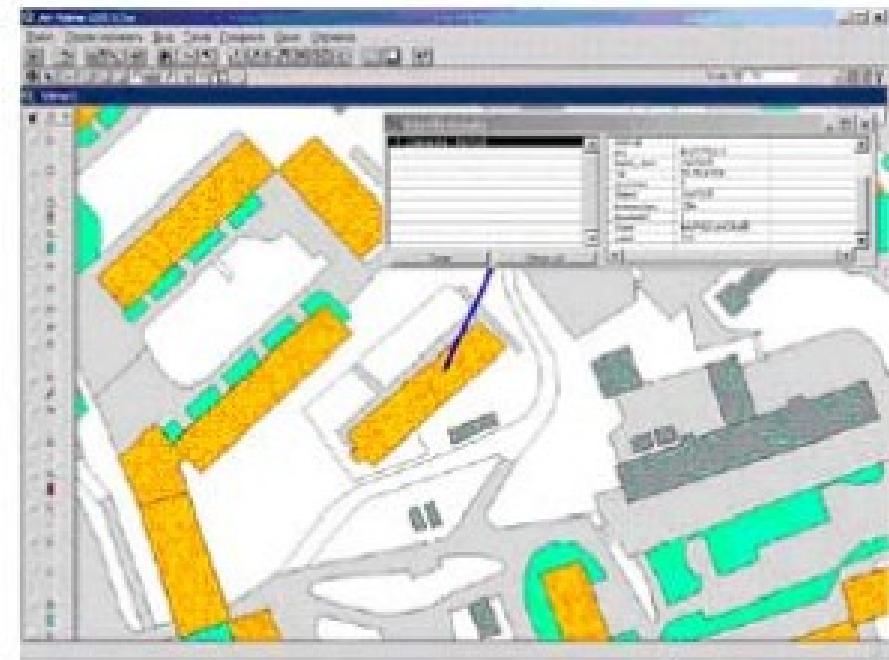


Программное обеспечение ГИС

- Arcview GIS (ESRI)
- ARC/INFO (ESRI)
- ArcGIS (ESRI)
- Mapinfo (Mapinfo Corp / ESTI MAP)
- GeoDraw/GeoGraph (ЦГИ ИГ РАН)
- Geomedia (Intergraph)
- Geographic Resources Analysis Support System (GRASS)
- Quantum GIS
- ERDAS Imagine

Виды данных в ГИС

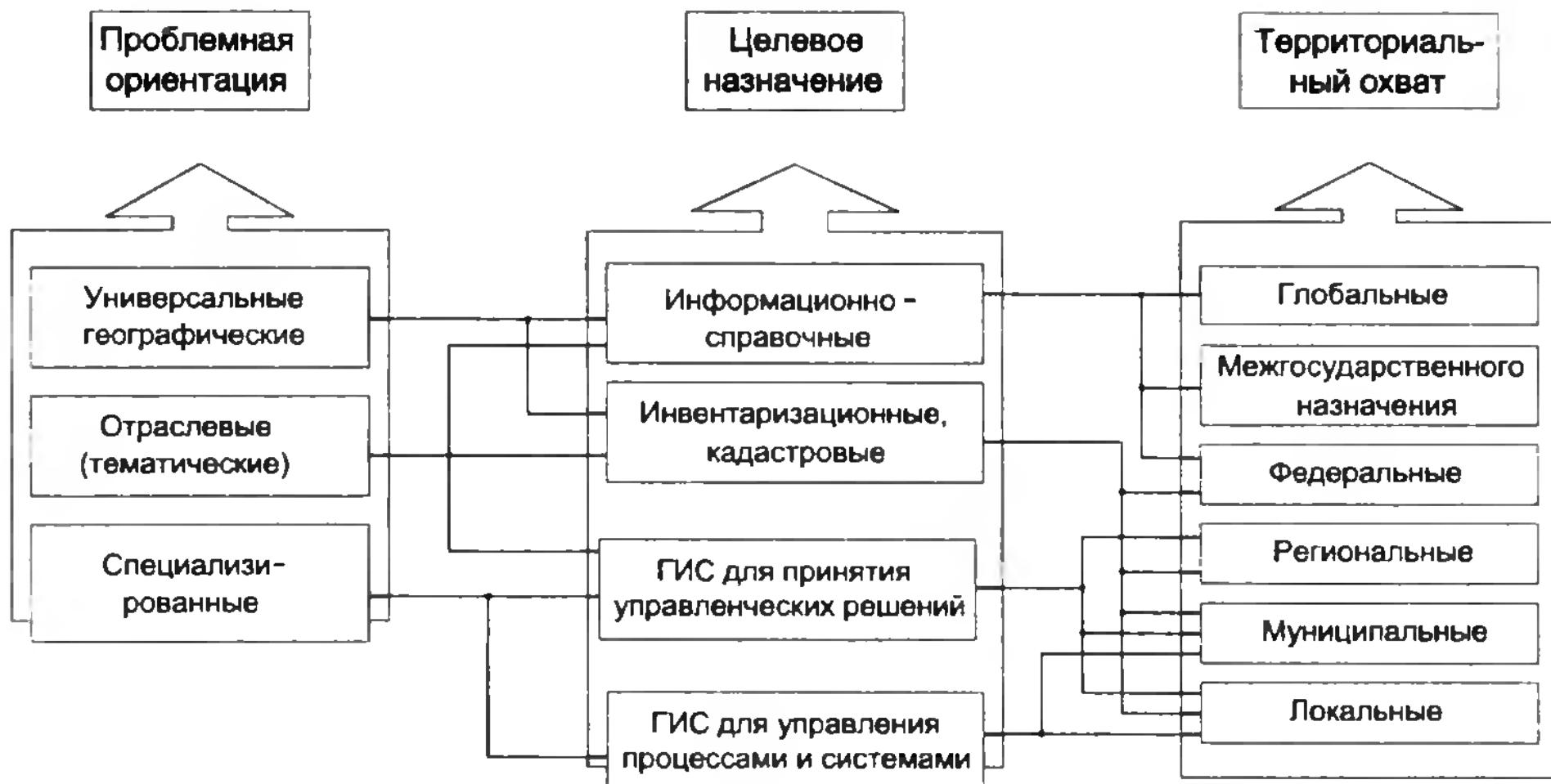
- **Пространственные** – координаты, элементы графического оформления
- **Атрибутивные** – качественные и количественные параметры объектов



Виды данных в ГИС

- **Библиотеки условных знаков** – наборы стандартных условных знаков и символов для отображения пространственных объектов
- **Метаданные** – информация о самих данных (источники данных, методы получения данных и пр.)

Классификация ГИС



Классификация ГИС

- **По функциональным возможностям**
 - Профессиональные
 - Настольные
 - Вьюверы, электронные атласы

Что позволяет делать GIS?



Налоговое управление создает карты землепользования для оценки и планирования.



Технический отдел контролирует состояние дорог и мостов и создает карты прогноза стихийных бедствий.



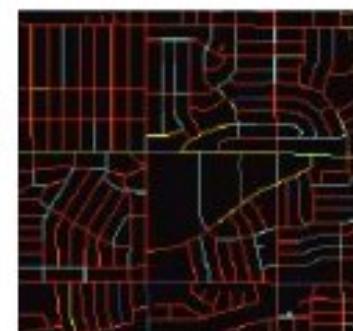
Управление водоснабжения осуществляет выбор заглушек, позволяющих изолировать поврежденный трубопровод.



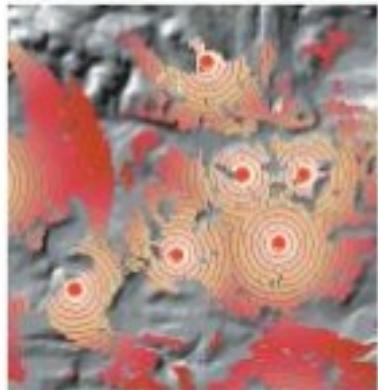
Управление городского транспорта составляет план размещения велосипедных дорожек.



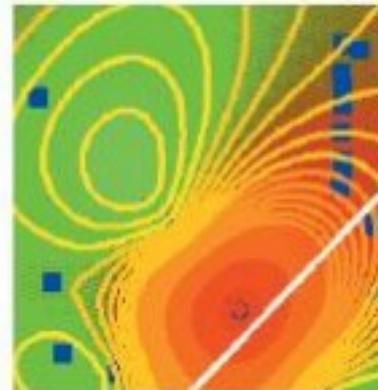
Полицейское управление изучает криминальную обстановку для планирования размещения персонала и контроля эффективности программ наблюдения.



Управление систем канализации определяет участки, требующие ремонта после землетрясения.



Телекоммуникационная компания изучает местность для размещения новых вышек в сети сотовой связи.



Гидролог изучает качество воды, обеспечивая защиту здоровья населения.



Биолог изучает влияние планируемого строительства на бассейн реки.

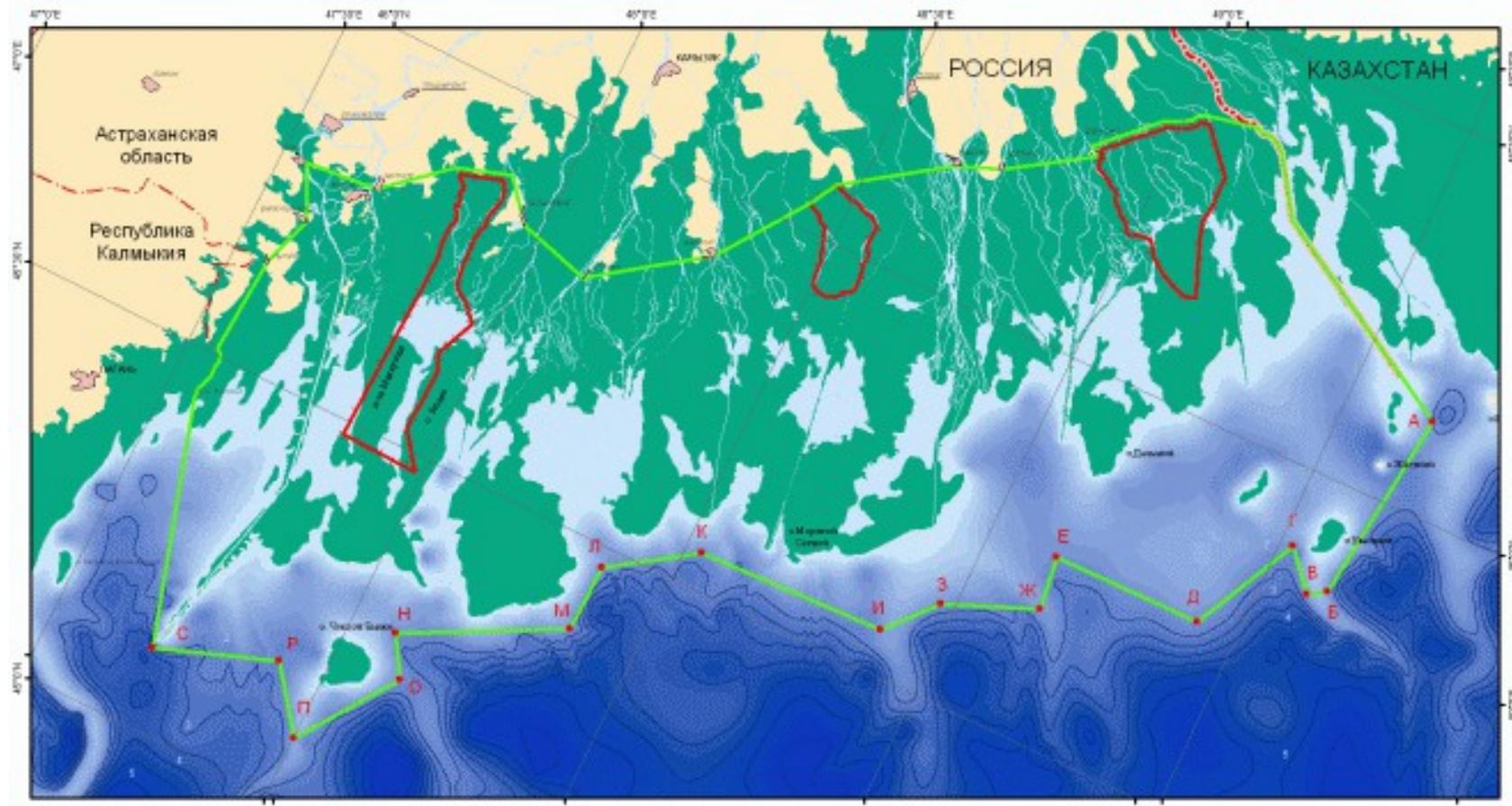


Электрическая компания моделирует схему электрической сети для минимизации потерь мощности и размещения новых устройств.



Метеоролог определяет путь опасного урагана, чтобы передать предупреждения в соответствующие районы.

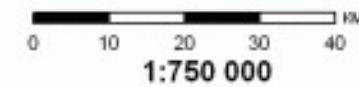
Нанесение границ водно-болотного угодья "Дельта Волги"



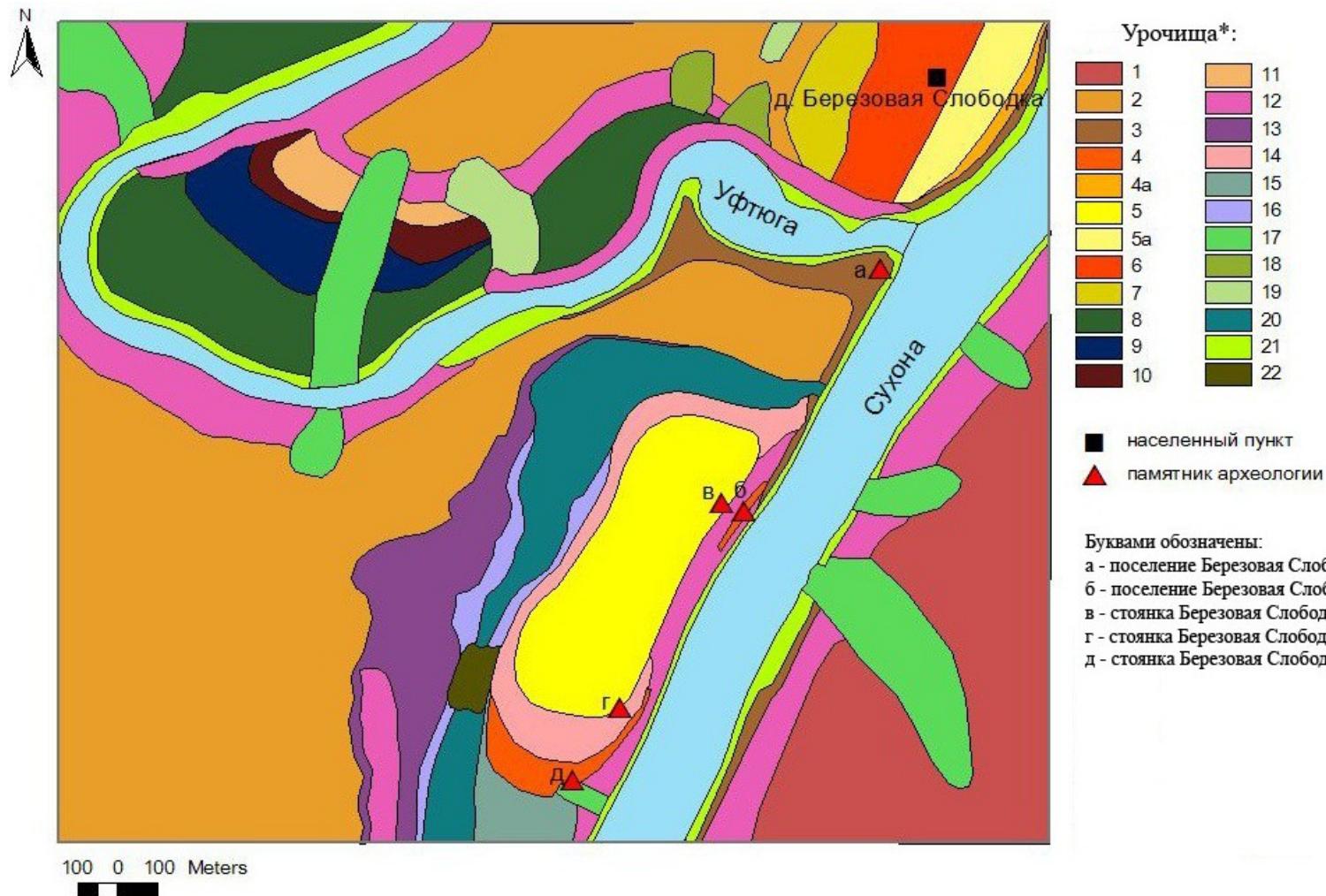
Легенда

	Граница водно-болотного угодья "Дельта Волги"		Зона водной растительности
	Границы участков Астраханского заповедника		Суша
	Рыболовные каналы		Границы областей
	Изобаты от 2 до 6 м через 0,5 м		Государственные границы

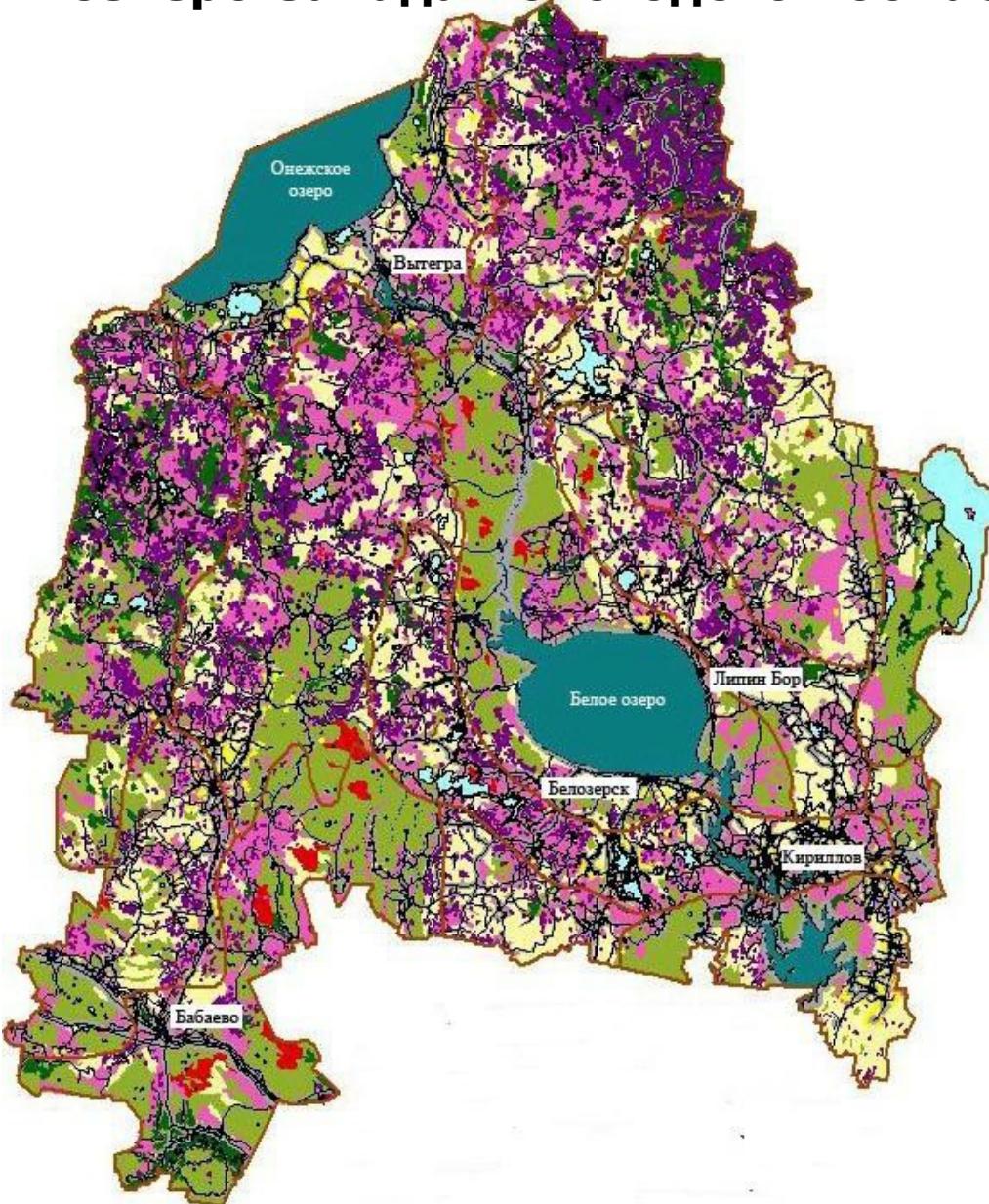
Примечание: северная граница зоны водной растительности условна и не отражает реальную границу распределения данного типа растительности.



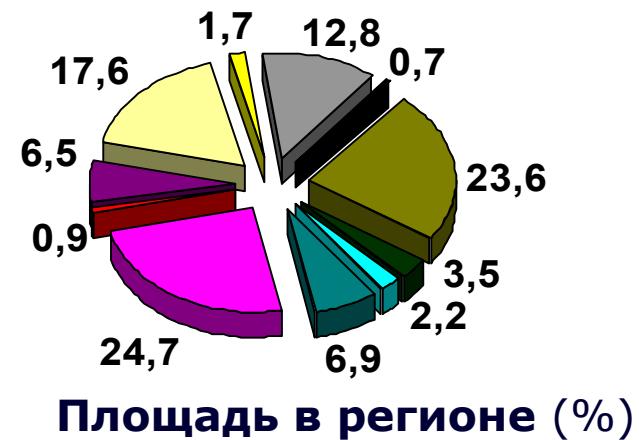
Ландшафтная структура территории археологического памятника Березовая Слободка



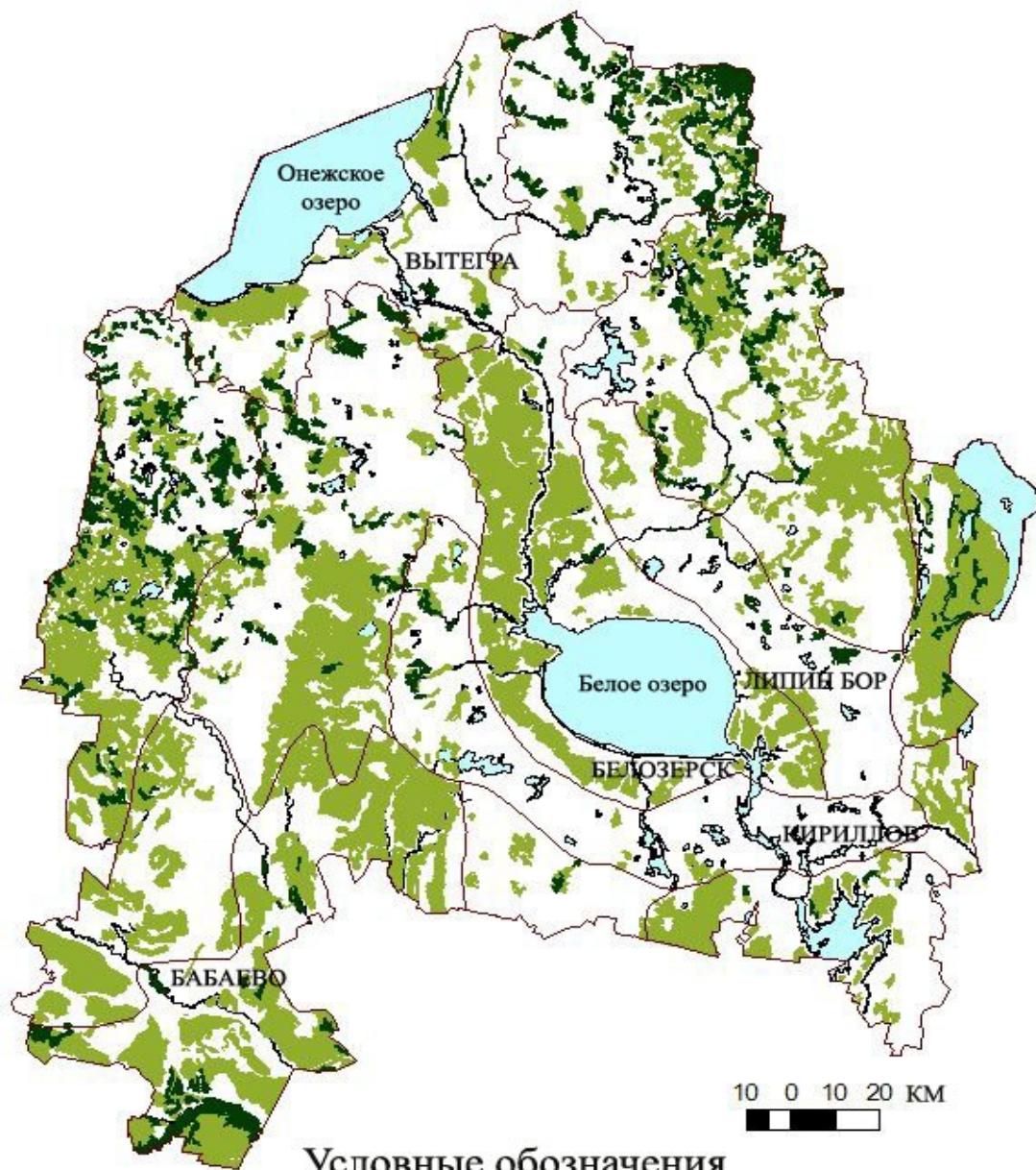
Типы антропогенных нарушений природных комплексов северо-запада Вологодской области



- границы ландшафтov
- дороги, ЛЭП, трубопроводы
- малонарушенные болота
- малонарушенный лес
- сочетание фрагментов хвойных, мелколиственных лесов, вырубок
- мелколиственные леса
- сельскохозяйственные земли
- населенные пункты
- гари
- вырубки
- судоходные водоемы
- зоны влияния элементов антропогенной инфраструктуры
- озера



Малонарушенные территории северо-запада Вологодской области



Условные обозначения



границы ландшафтov

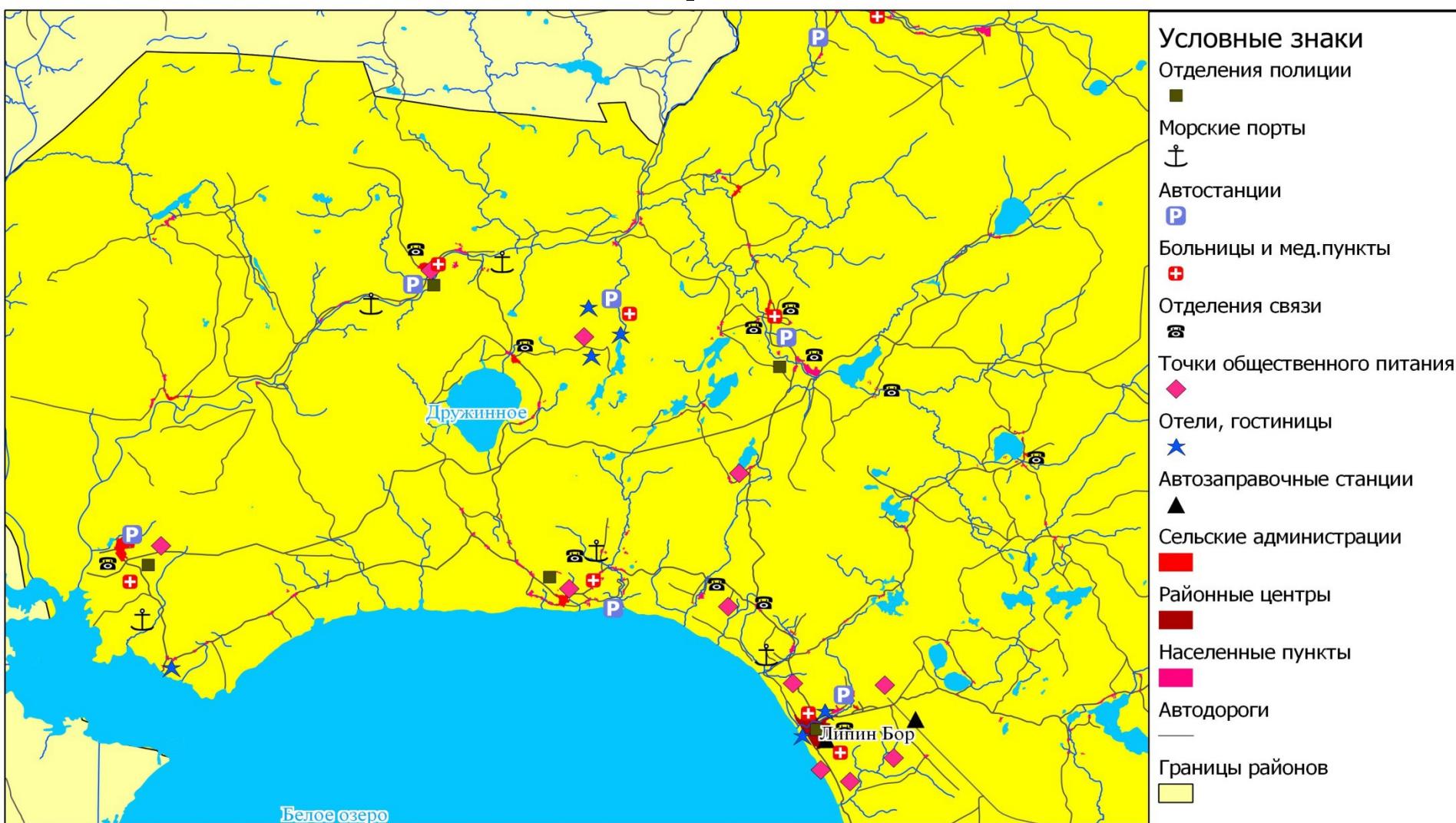


малонарушенные лесные массивы

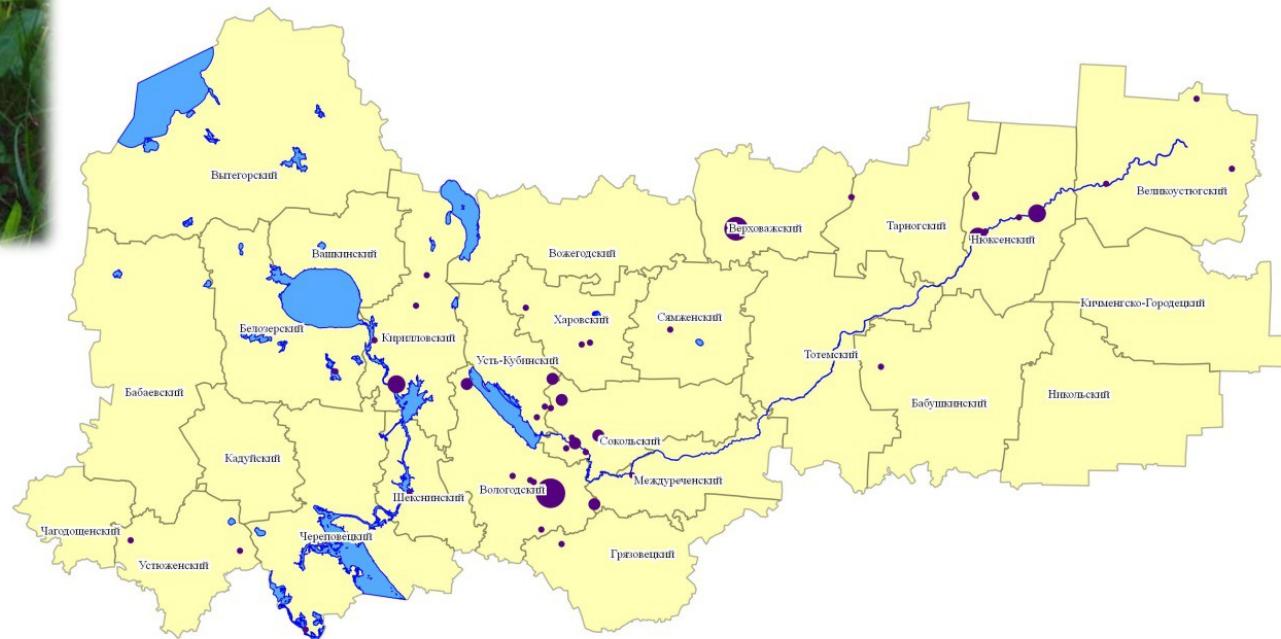


малонарушенные болотные массивы

Инфраструктурные объекты Вашкинского района



Точки находок *Allium angulosum*



Карта сборов *Allium angulosum*

0 100000 200000

- Количество находок
- 1 находка
 - 2 находки
 - 3 находки
 - 4 находки
 - 9 находок

Основные понятия

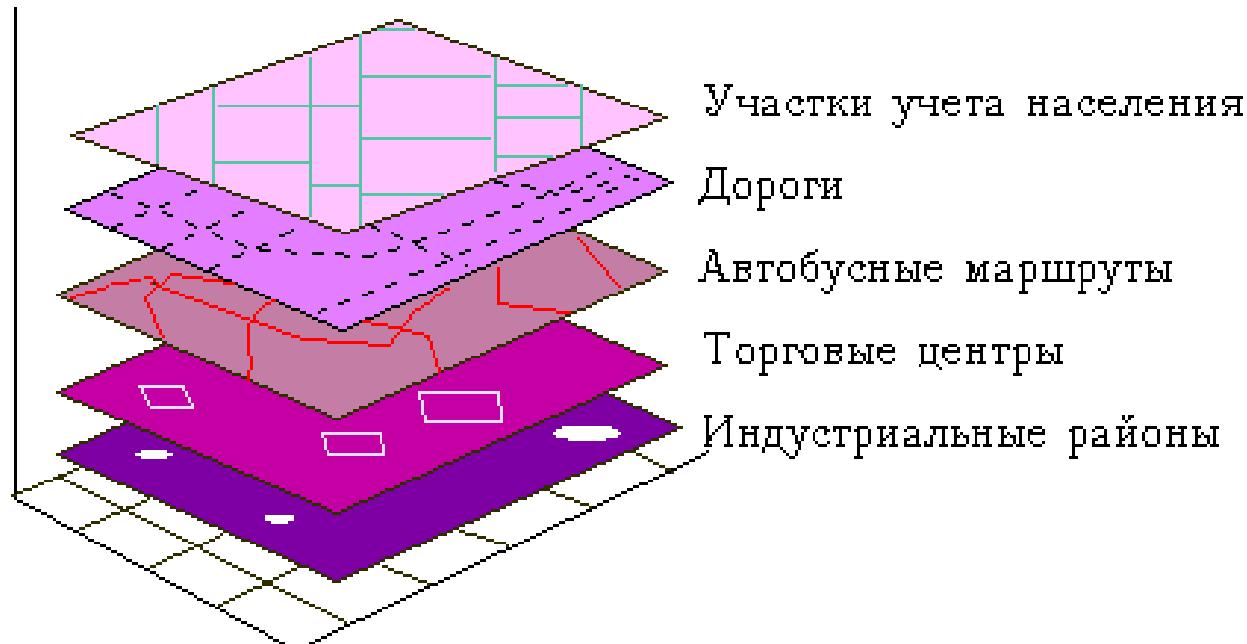
- **Цифровое покрытие (слой)** - семейство однотипных пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев

Слои:

Точечные

Линейные

Полигональные

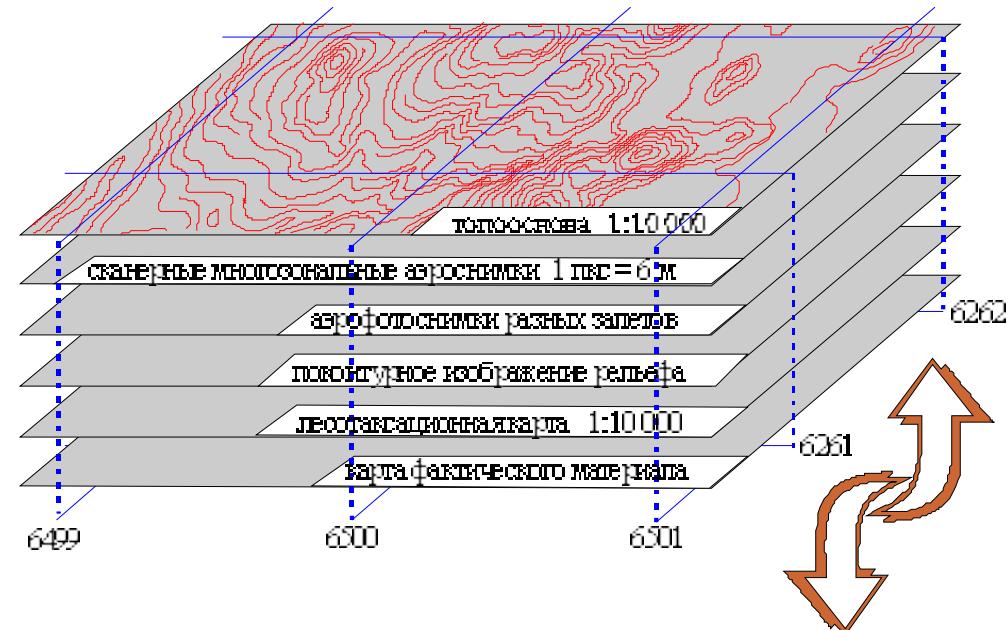


Атрибутивные базы данных

Пространственная
информация

Атрибутивная информация

База данных



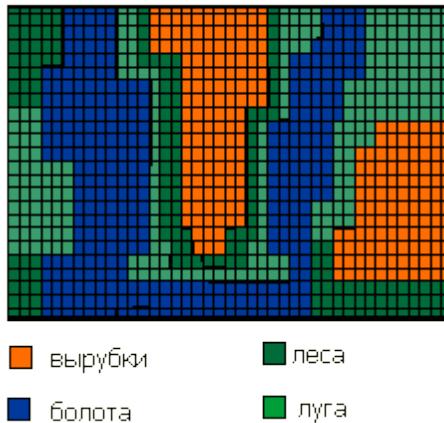
Общее описание растительности : таблица							
Номер точки	Вывал	Высота	Сомкнутость	Mox_проценты	Густота_кустарника	Густота_подроста	
sp02-001	<input type="checkbox"/>	25	40	97	кустарника нет	редко	
sp02-002	<input type="checkbox"/>	26	55	90	кустарника нет	много	
sp02-003	<input checked="" type="checkbox"/>	28	25	3	редко	много	
sp02-004	<input checked="" type="checkbox"/>	27	40	15	средне	много	
sp02-005	<input checked="" type="checkbox"/>	7	40	2	редко	много	
sp02-006	<input type="checkbox"/>	22	30	15	средне	много	
sp02-007	<input type="checkbox"/>	10	20	25	очень редко	много	
sp02-008	<input type="checkbox"/>	28	45	20	очень редко	много	
sp02-009	<input type="checkbox"/>	29	40	30	редко	редко	
sp02-010	<input checked="" type="checkbox"/>	25	30	60	кустарника нет	очень много	

Представление пространственных данных

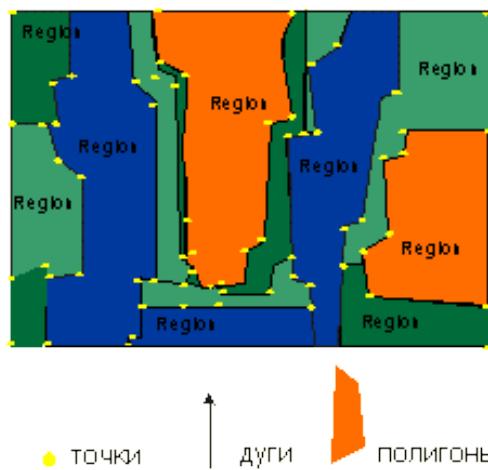
- способ цифрового описания пространственного объекта, тип структуры пространственных данных
- **Виды: векторное, растровое,**
регулярно-ячеистое (GRID),
квадротомическое, гиперграфовая
модель, TIN-покрытие

Представление данных в ГИС

растровый вид



векторный вид



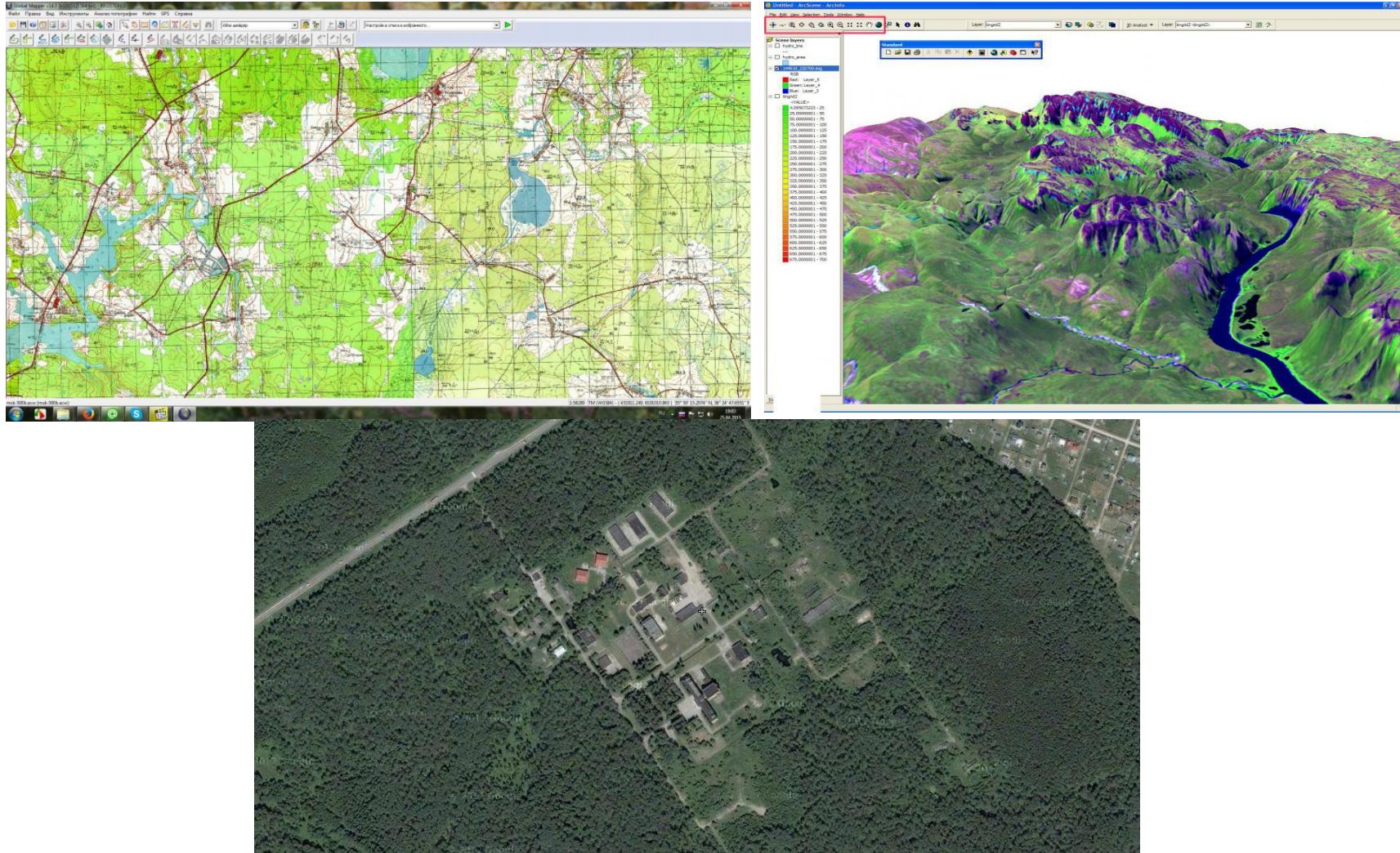
Растровое – представляет изображаемое пространство в виде одинаковых по размерам элементов или пикселей

.tiff, .bmp, .jpeg, .gif, .png

Векторное – цифровое представление точечных, линейных и полигональных объектов в виде набора координатных пар, с описанием только геометрии объектов

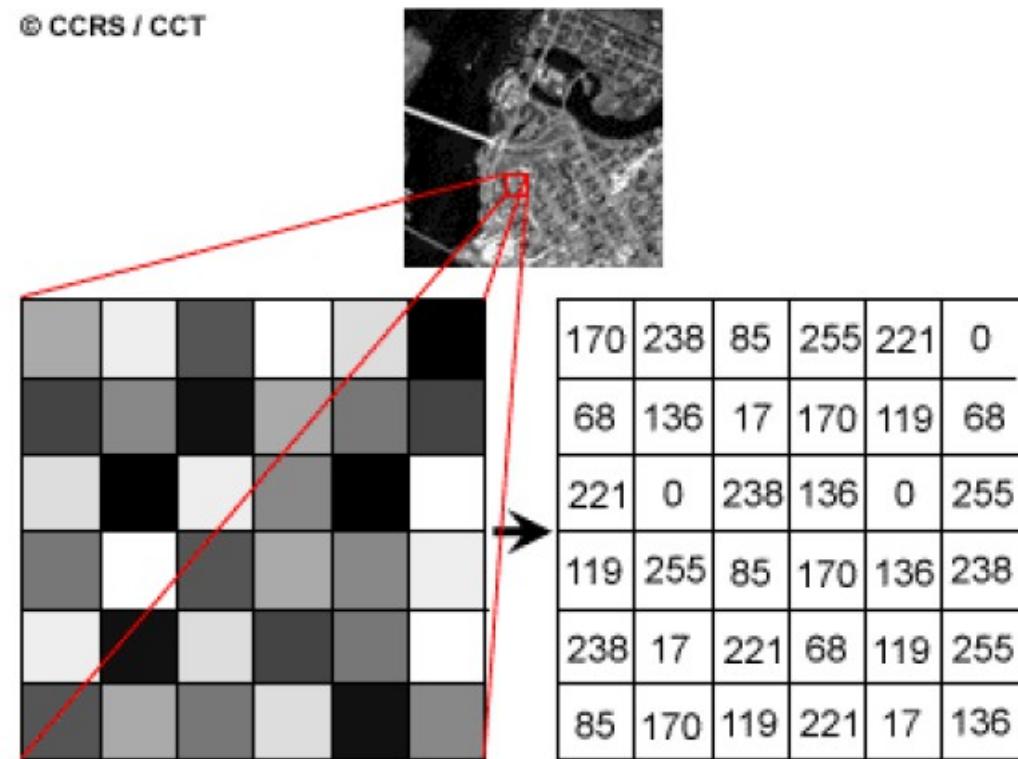
.shp

Примеры растровых данных



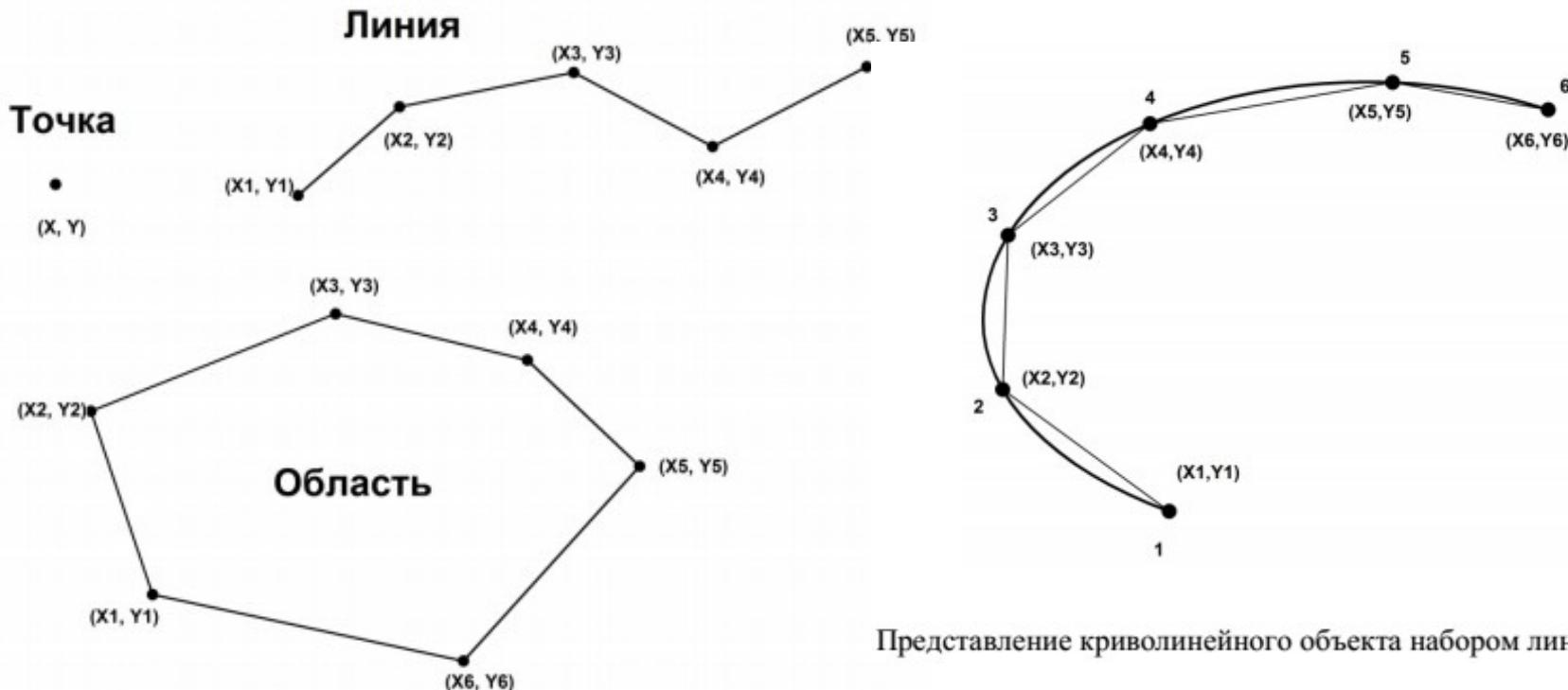
Растровая модель данных

- Цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек растра (пикселей) с присвоенными им значениями класса объектов



Векторная модель данных

- Цифровое представление точечных, линейных и полигональных объектов в виде набора координатных пар



Сравнение векторных и растровых моделей

ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ:

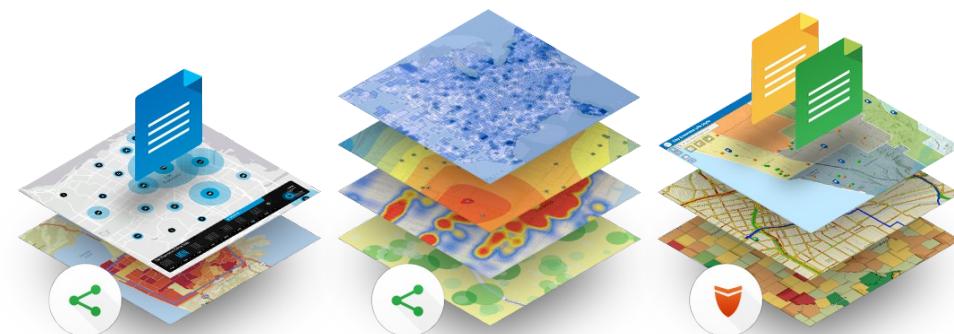
- [+] идеальна для описания дискретных явлений (городская застройка)
- [+] отражение топологии объектов (точечный объект – точка, линейный объект – линия, площадной объект – контур)
- [+] легко редактировать, трансформировать, генерализовать
- [+] компактная форма хранения
- [–] сравнение разных карт
- [–] сложнее пространственный анализ и моделирование
- [–] трудоемкость

РАСТРОВАЯ МОДЕЛЬ:

- [+] идеальна для описания непрерывных явлений (рельеф, поле температур)
- [+] простая структура данных (матрица)
- [+] простота моделирования
- [+] простота сравнения карт
- [–] большие объемы
- [–] искажения при трансформации
- [–] сложность редактирования, генерализации

Типы данных для ГИС

- Топографические данные
- Данные дистанционного зондирования
- Тематические данные
- Данные GPS-съемки



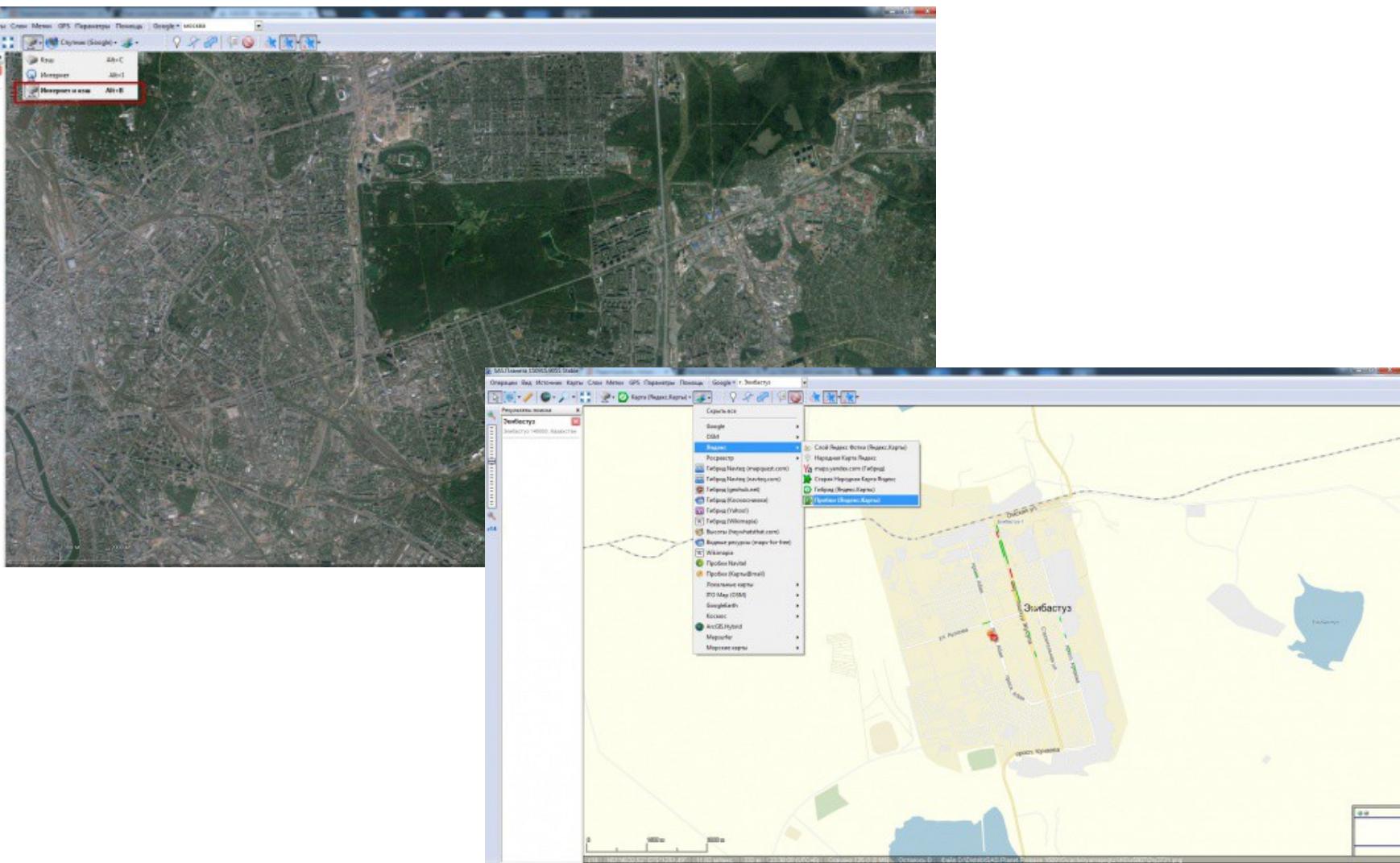
Классификация снимков по пространственному разрешению

- Космические снимки **очень низкого разрешения**
QuikSCAT, Meteosat
- Космические снимки **низкого разрешения**
NOAA (AVHRR)
- Космические снимки **среднего разрешения**
TERRA/AQUA (MODIS), ENVISAT(MERIS)
- Космические снимки **высокого разрешения**:
 - 20 - 40 м и 10 - 20 м.; *LANDSAT -7 (ETM+), LANDSAT-4, 5 (TM), LANDSAT-1, 3 (MSS) TERRA (ASTER), HYPERION (EO-1)*
 - 1 - 10 м.; *SPOT, RADARSAT-1,2*
 - меньше 0,3 - 0,9 м. *Ikonos, WorldView, QuickBird*

Источники данных

- <http://gis-lab.info>
- Kosmosnimki.ru
- <https://glovis.usgs.gov> – Ландсат
- SAS.планета

SAS-планета



Источники данных

Топокарты

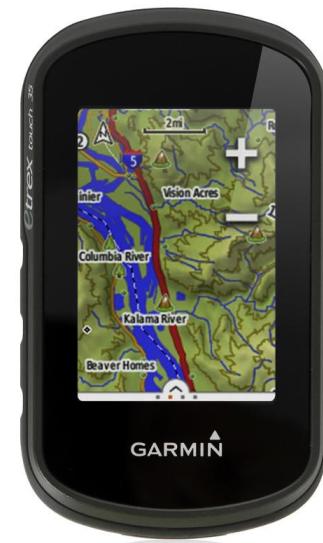
- poehali.org
- planetolog.ru
- mapstor.com
- maps.vlasenko.net
- mapy.mk.cvut.cz

Векторные наборы данных

- OpenStreetMap. <http://data.nextgis.com/osmshp/>
- геоданные по миру <http://www.naturalearthdata.com>

Программы для обработки данных GPS-съемки

- GPS Utility
- DNRGarmin



Операции перевода растра в вектор

- Сканирование
- Привязка (регистрация изображения)
- Оцифровка (векторизация)

Привязка раstra

- Путем ввода координат контрольных точек с клавиатуры
- Привязка раstra к уже привязанной цифровой основе
 - К раstrу
 - К векторному слою
 - К сетке (для топокарт)

Опорные точки привязки

- Узлы сетки координат
- Точки пересечения
- Точечные объекты
- Прочие объекты

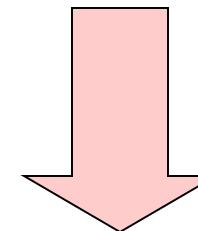
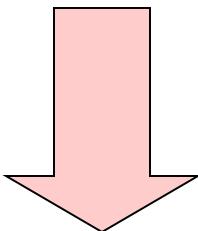
Этапы векторизации

- Разработка структуры слоев
- Создание слоев нужного типа
- Создание полей атрибутивных таблиц
- Векторизация растра
- Проверка ошибок топологии
- Корректировка атрибутивных данных
(при необходимости)

Формы вывода данных в ГИС

- Карты
- Отчеты
- Таблицы
- Гистограммы
- Графики
- Анимация
- Звуковой сигнал
- Публикация данных в интернете

Аналитические функции ГИС



**Непространственный
(атрибутивный)
анализ**

**Пространственный
анализ**

Атрибутивный анализ

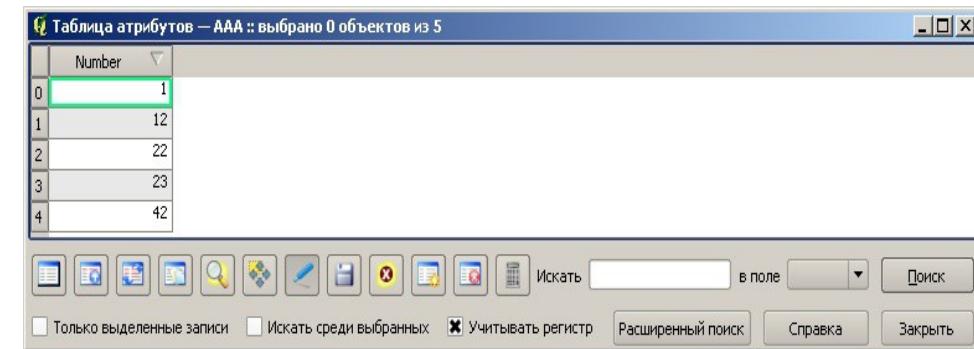
- Запрос по атрибутам и их отображение
- Классификация атрибутов
- Картографические измерения
- Статистические функции

Пространственный анализ

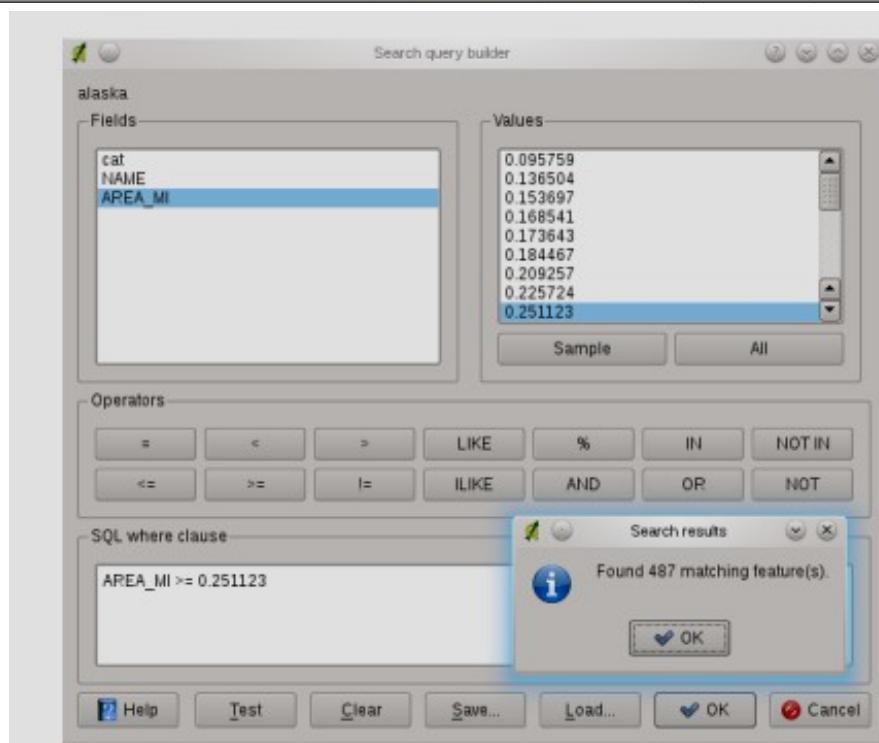
- Оверлей
- Анализ близости
- Сетевой анализ
- Поиск объектов
- Анализ видимости-невидимости
- Картометрические функции
- Интерполяция
- Зонирование
- Буферизация
- Переклассификация

Запросы

■ Простые

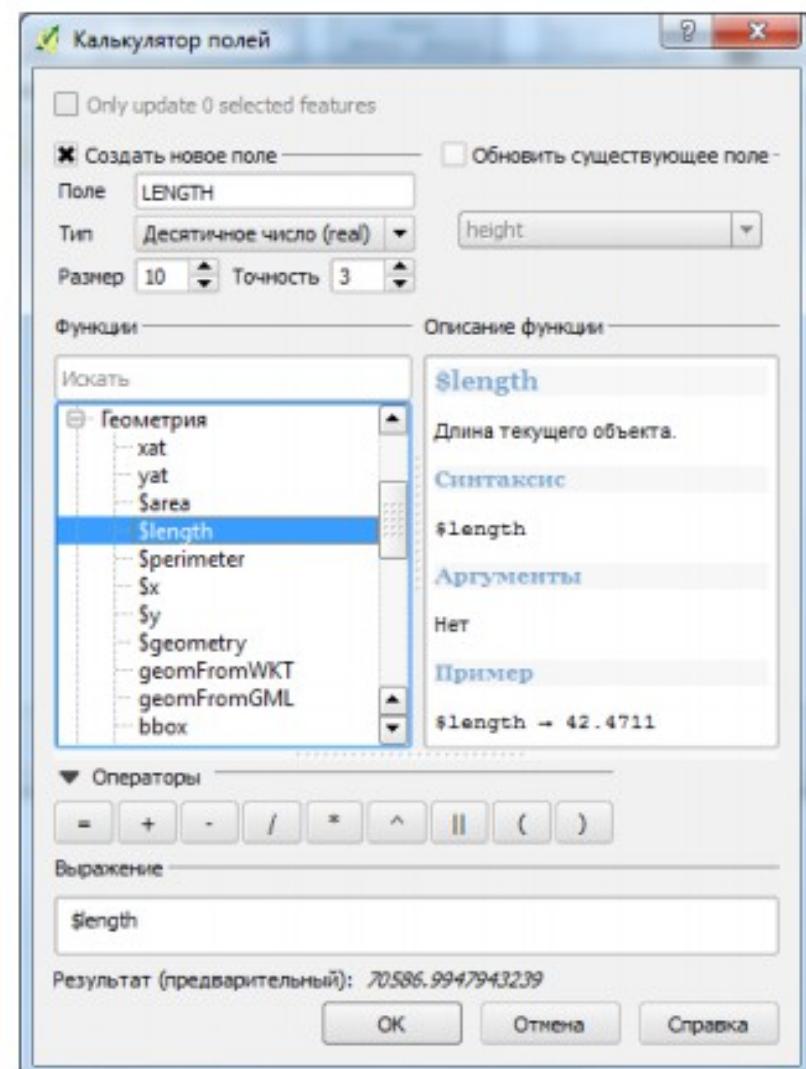


■ Сложные – конструктор запросов (язык SQL)



Картометрические функции

- Определение геометрических параметров объекта (длина, площадь, периметр и пр.)
- Вычисление статистических показателей для набора объектов

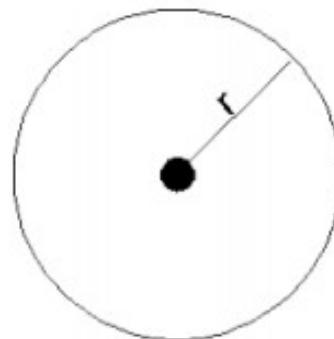
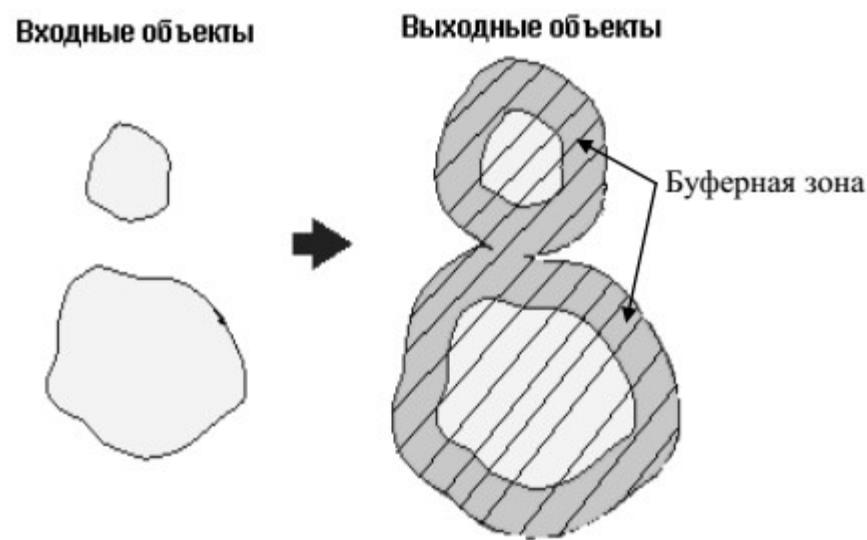


Картометрические функции

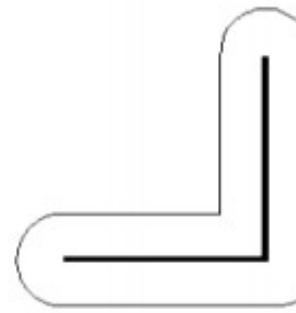
- Анализ близости
- Операции на поверхностях (ЦМР) – определение высоты в точке, расчет горизонталей по сетке точек, вычисление углов наклона, экспозиций и пр. (калькулятор растров, морфометрический анализ растров)

Буферизация

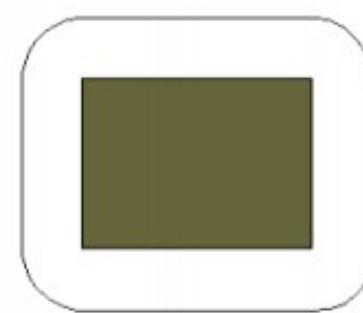
■ Построение буферных зон



буферирование точки



буферирование линии

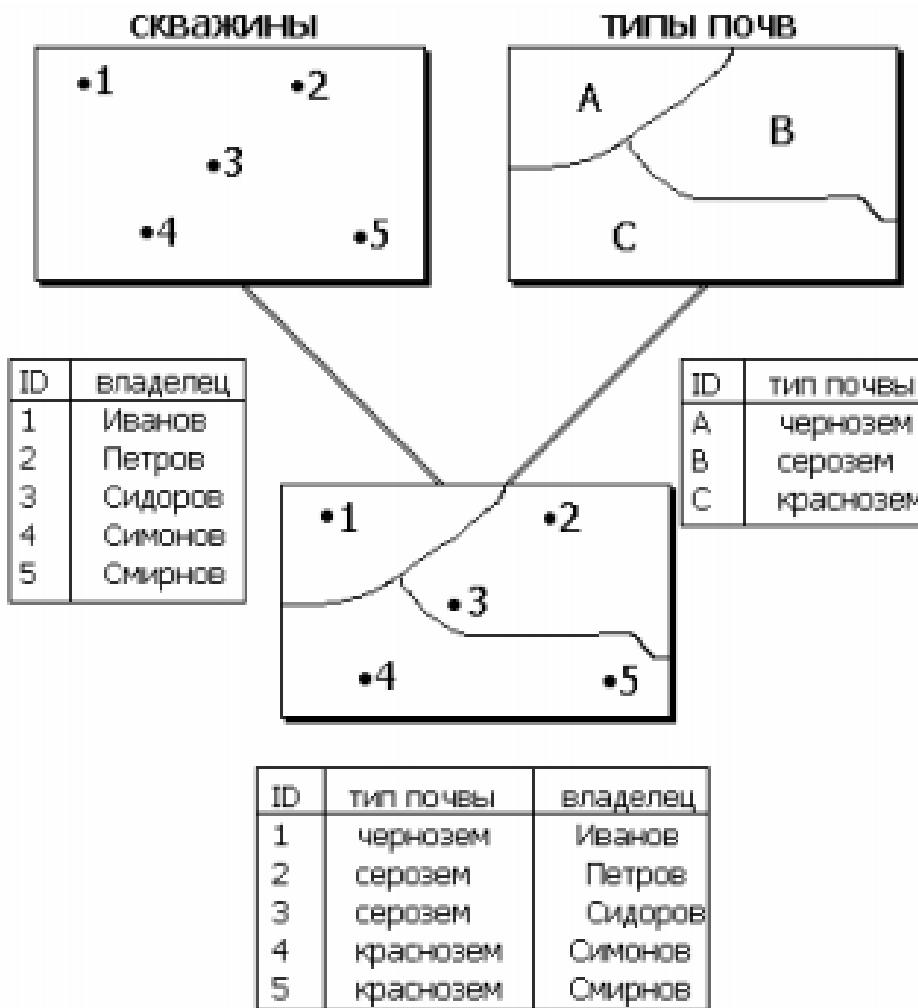


буферирование плющади

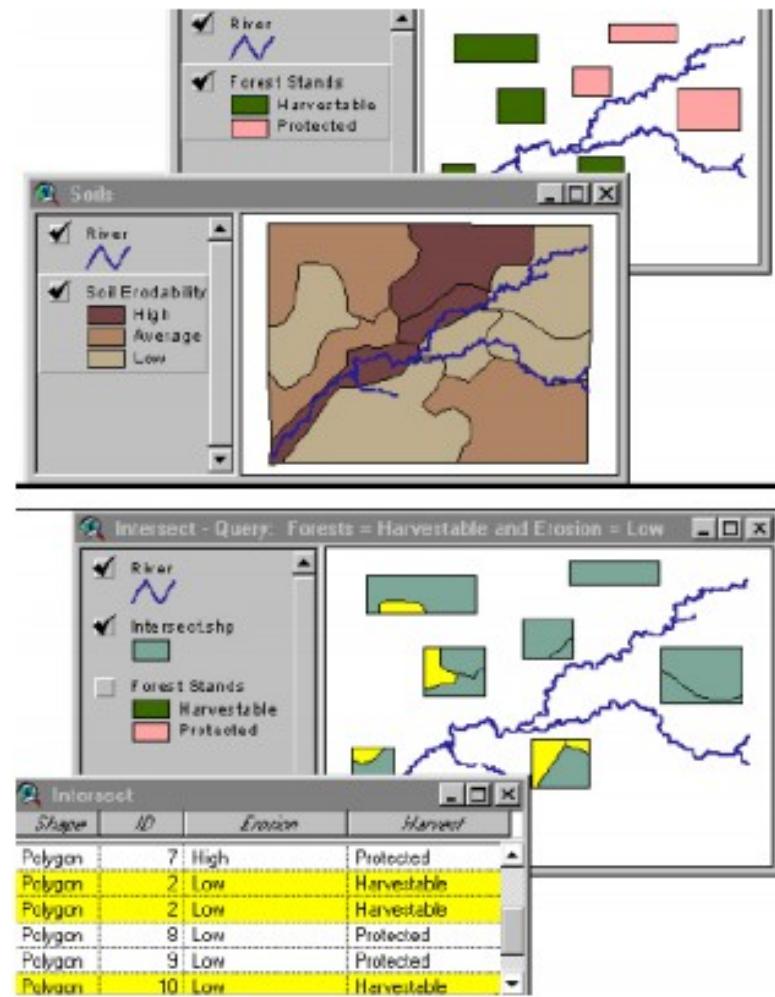
Оверлейные операции

- Операции наложения друг на друга двух и более слоев
- Определение принадлежности точки, линии или полигона полигону
- Наложение полигональных слоев
- Определение линий пересечения объектов
- Объединение объектов одного типа

Топологический оверлей «точка-в-полигон»



Топологический оверлей polygon-on-polygon



Сетевой анализ

- Поиск кратчайшего пути между двумя точками сети
- Суммирование значений атрибутов по элементам сети
- Поиск ближайшего соседа
- Геокодирование (поиск по адресам)

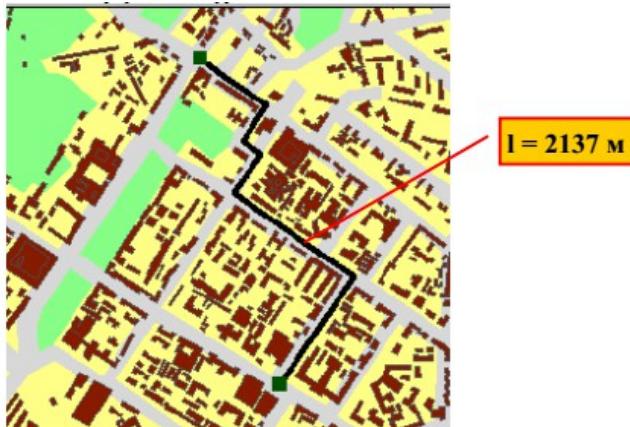


Рис.2.23. Измерение расстояния.

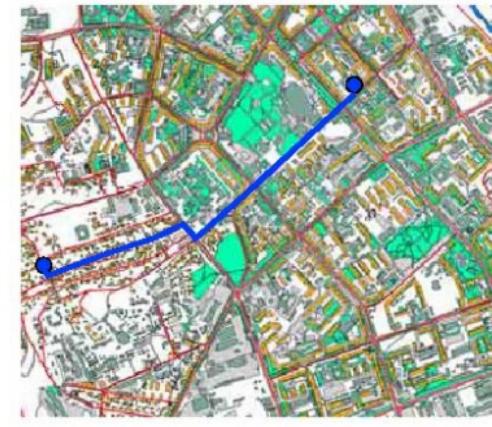


Рис.2.25. Определение наиболее выгодного маршрута.

Анализ данных в QGIS

- Инструменты анализа
- Инструменты выборки
- Инструменты геопроцессинга
- Инструменты управления геометрией и базами данных
- Интегрированные инструменты GRASS

Литература

- **Бугаевский Л.М., Цветков В.Я.**
Геоинформационные системы. М., 2000
- **Ананьев Ю.С.** Геоинформационные системы. Томск, 2003.
- **Самардак А.С.** Геоинформационные системы. Владивосток, 2005.
- **Ловцов Д.А., Черных А.М.**
Геоинформационные системы. М., 2012
- ГИСкурс на сайте Gis-Lab (<http://gis-lab.info/docs/giscourse>)

Спасибо за внимание

