# Геоанализ и моделирование

# Общие аналитические операции и методы моделирования

- выбор объектов по тем или иным условиям;
- редактирование информации и структуры баз данных;
- формирование и редактирование пространственных данных;
- геокодирование;
- построение буферных зон;
- оверлейные операции;
- сетевой анализ;
- картометрические функции;
- зонирование и районирование;
- создание моделей поверхностей.

# Геоанализ

- во-первых, выявление закономерностей в размещении объектов, изменений их структуры (строения), а также количественных и качественных характеристик в пространстве;
- во-вторых, установление взаимосвязей между различными классами объектов и их влияния на пространственное размещение друг друга;
- и, наконец, в-третьих, выяснение тенденций развития явлений во времени и пространстве.

# Выбор объектов.1

- Функция *выбора объектов* чаще других используется при анализе данных в ГИС. Под выбором понимается отбор из базы данных определенной части объектов, чьи характеристики (качественные или количественные) удовлетворяют заданным критериям или условиям. Набор таких объектов называется выборкой, а процесс ее получения – запросом. Для формализации запросов в большинстве ГИС используется особый язык программирования – SQL (Structured Query Language – структурированный язык запросов), ориентированный на реляционную структуру базы данных.

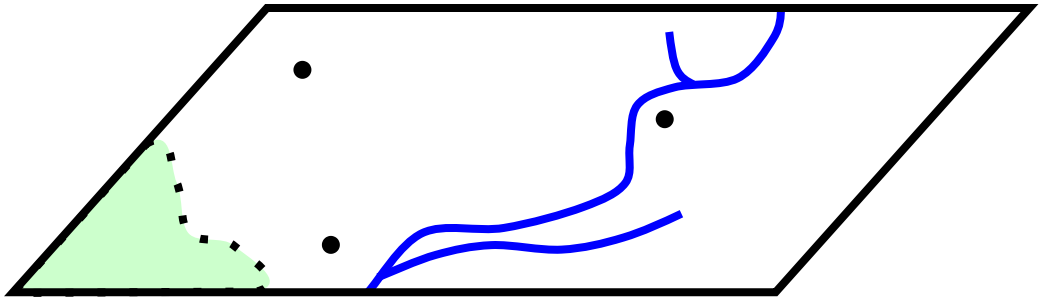
# Выбор объектов.2

- Обычный синтаксис SQL-запроса выглядит следующим образом:

  ***SELECT* объекты *FROM* [база данных] *WHERE* [поле] = условие**

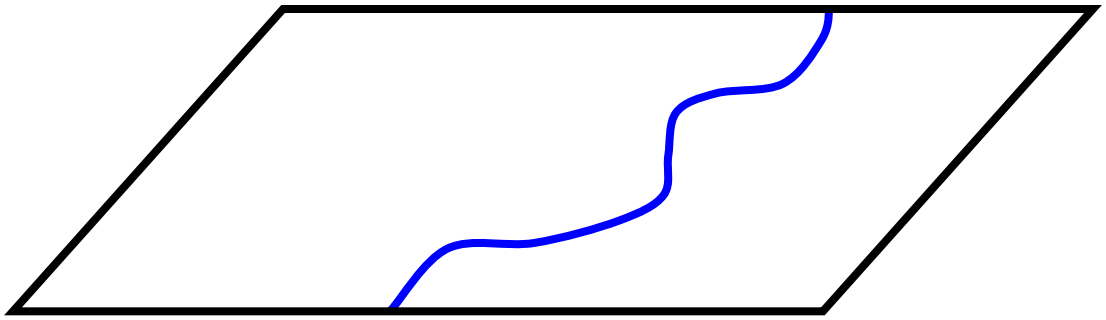
- которое следует читать так: «выбрать объекты из базы данных с условием, что для некоторого поля выполняется условие». При создание запросов можно использовать операторы :
  - отношений («<» – меньше, «>» – больше, «<=» – не больше, «>=» – не меньше, «<>» – не равно и т.д.)
  - арифметические операторы («+» – суммирование, «–» – вычитание, «/» – деление, «*» – умножение, «^» – возведение в степень и т.д.)
  - логические операторы («and» – логическое «И», «or» – логическое «ИЛИ», «not» – логическое «НЕ» и т.д.)
  - простейшие математические функции («sin» – функция синуса, «cos» – функция косинуса, «log» – функция логарифма и т.д.).

# Выбор объектов.3

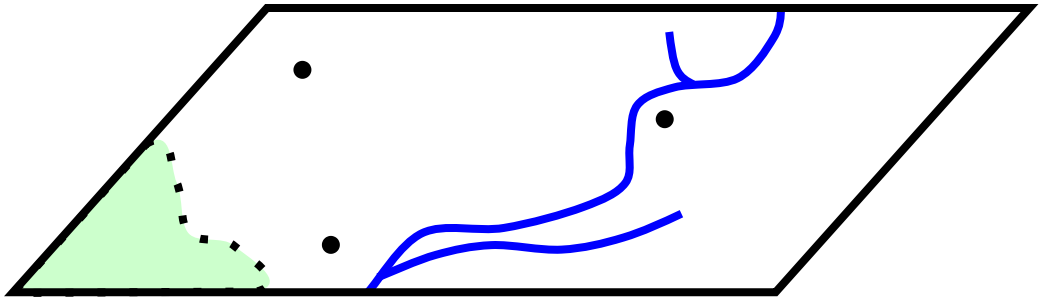


**SQL-запрос:**

*SELECT* obj *FROM* [Реки] *WHERE* [Длина] >100

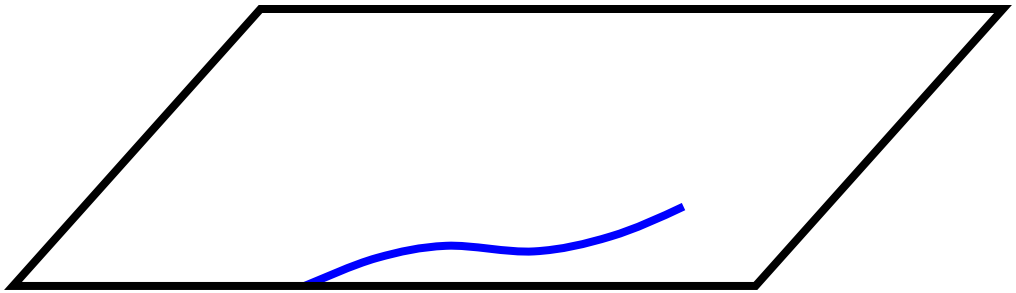


# Выбор объектов.3а



- **SQL-запрос:**

*SELECT* obj *FROM* [Реки] *WHERE* [Порядок] = 1
*AND* [Длина] >= 50



# Выбор объектов.4

- Наконец, в некоторых ГИС запросы могут содержать пространственные условия: например, *«находится на определенном расстоянии», «касается», «содержит», «пространственно равен», «имеет площадь» и т.д.).*

# *Редактирование информации в базах данных*

- *Редактирование информации в базах данных* предполагает выполнение операций по добавлению, редактированию и удалению записей.

# *Формирование и редактирование пространственных данных*

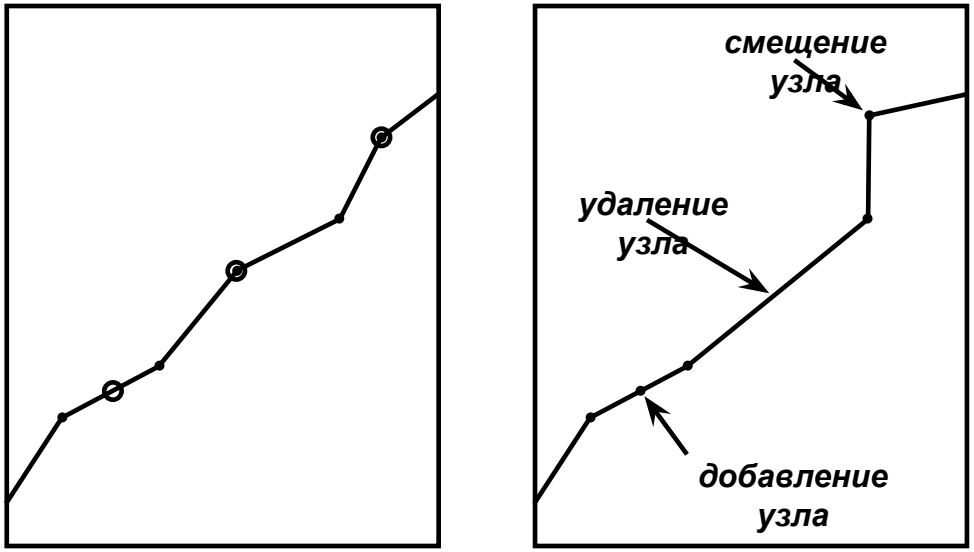
- Под *формированием и редактированием пространственных данных* следует понимать средства добавления, редактирования и удаления объектов на информационных слоях. Фактически создание электронных карт сводится к процедурам векторизации растровой картинке, т.е. переводу растрового формата представления исходной информации (например, отсканированной карты или космического снимка) в более удобный для геоанализа и моделирования векторный формат.

# Формирование и редактирование пространственных данных

- Векторизацию растра можно выполнять тремя способами: в автоматическом режиме, полуавтоматическом и ручном.
- Первый вариант для массового создания ГИС не используется. В полуавтоматическом режиме программа по специальным алгоритмам отслеживает пиксели, образующие линии одинакового цвета и толщины, которые задаются пользователем, а затем преобразовывает их по точкам перегиба в полилинии и полигоны.
- Полуавтоматическая векторизация дает хорошие результаты только при наличии четких контуров. В ручном вводе информации точность выше, т.к. оператор форму объектов передает интуитивно, каждый раз анализируя ситуацию. Обводка же объектов производится с помощью инструментов рисования – точка, линия, полигон для передачи точечных, линейных и площадных объектов.
- Ручной ввод пространственных данных, сопровождающийся заполнением к каждому создаваемому объекту базы данных, – самый продолжительный этап создания электронной карты.

# Формирование и редактирование пространственных данных

- Вне зависимости от способа получения векторной карты все уже созданные объекты можно редактировать – изменять их геометрию. Стандартным средством является коррекция формы:
  - добавление узлов
  - их удаление
  - изменение местоположения.

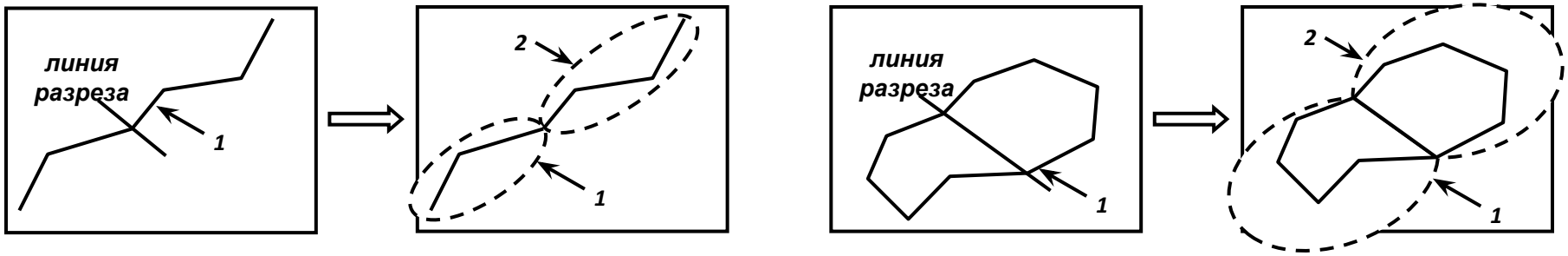


# Формирование и редактирование пространственных данных

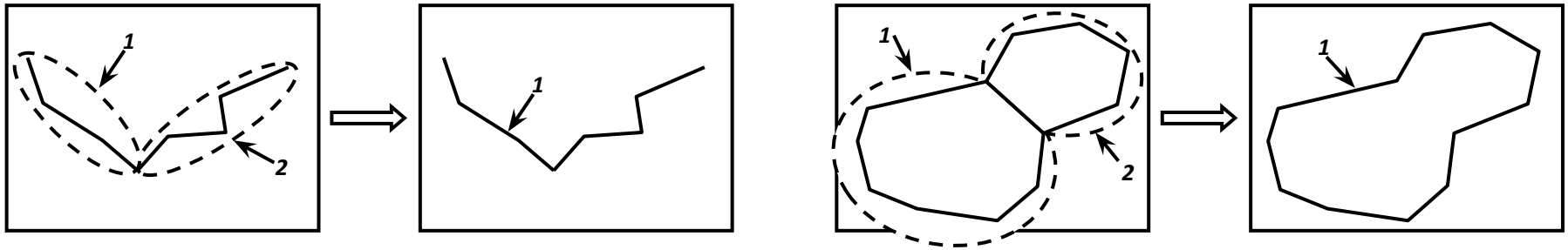
- Помимо коррекции формы линейных и площадных объектов весьма распространены операции по их разбиению, слиянию и вычитанию. При выполнении указанных операций можно задать способ вычисления значений каждого поля создаваемых объектов:
  - при разбиении – оба объекта наследуют одинаковые значения, один объект наследует, а у второго – пусто, значения присваиваются пропорционально площади каждого объекта;
  - при слиянии – объект наследует характеристики только одного (например, большего) объекта, объекту присваивается сумма, объекту присваиваются значения пропорционально площади исходных объектов.

# Формирование и редактирование пространственных данных

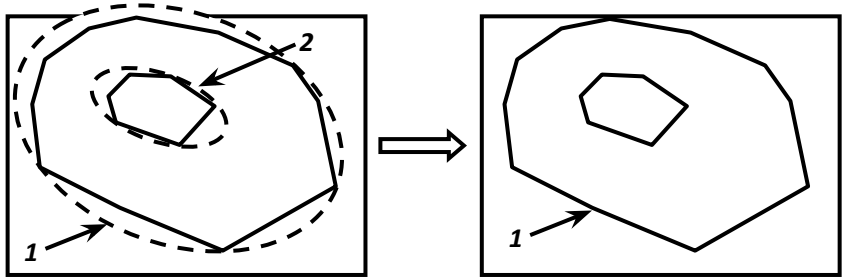
**Разбиение линейных и площадных объектов**




**Слияние линейных и площадных объектов**




**Вычитание площадных объектов**



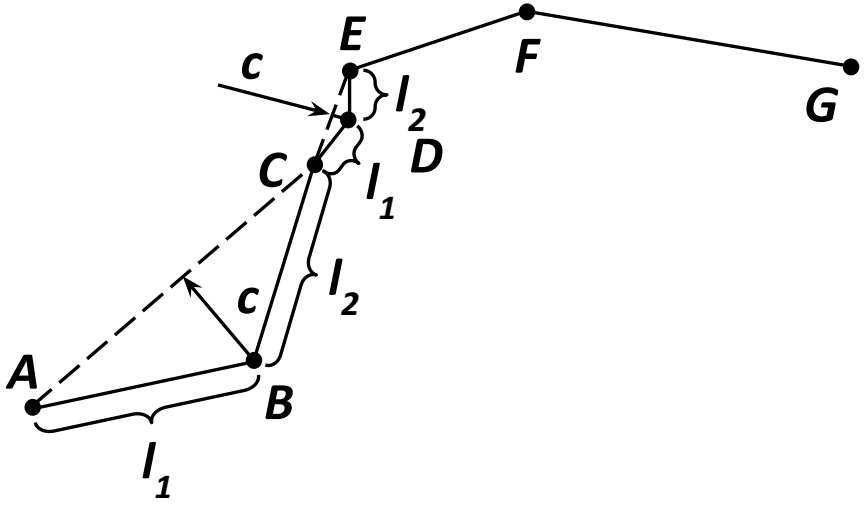
# *Формирование и редактирование пространственных данных*

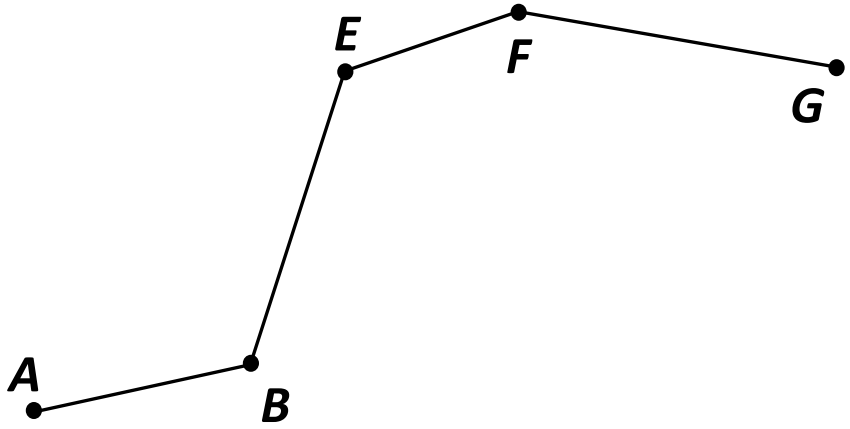
- В рамках редактирования пространственных данных предусмотрены операции по автоматизированной генерализации картографического изображения. Следует отметить, что подобного рода процедуры формализуются крайне плохо и хорошие результаты дают лишь при интерактивном участии человека.
  - Разреживание узлов
  - Совмещение узлов
  - Удаление избыточных полигонов

# Разреживание узлов

- Самый простой способ автоматизированной генерализации – разреживание узлов. Он строится на том допущении, что чем короче расстояния между соседними узлами и меньше коллинеарное отклонение (стрела прогиба для трех точек), тем больше оснований для удаления узла. Этот прием соотносится с упрощением очертаний как стороной генерализации.

$$D_D = l_1 \times l_2 \times c < D_{st}$$

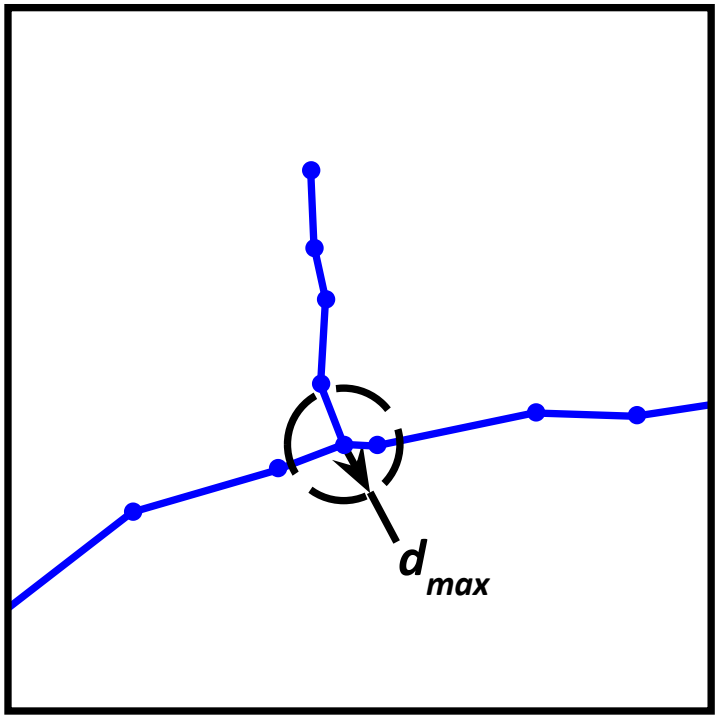


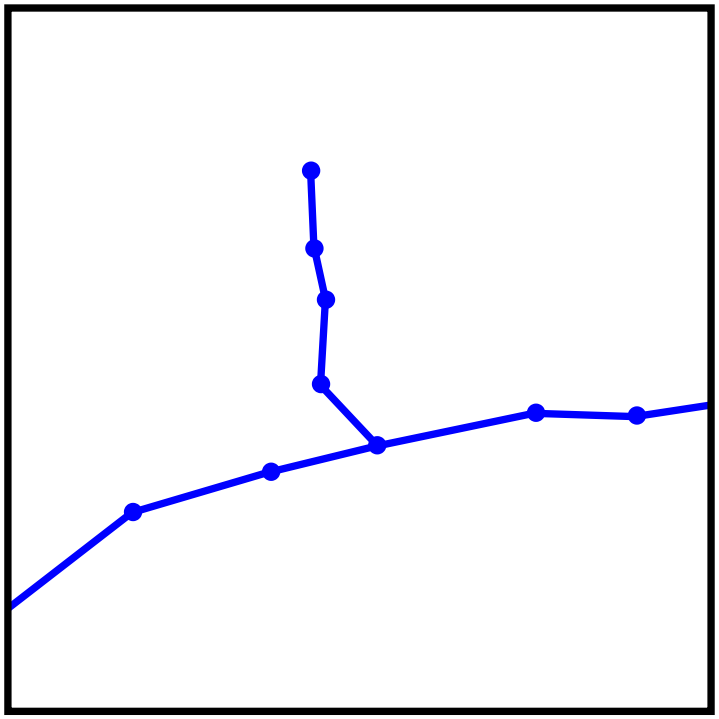




$$D_B = l_1 \times l_2 \times c > D_{st}$$

# Совмещение узлов

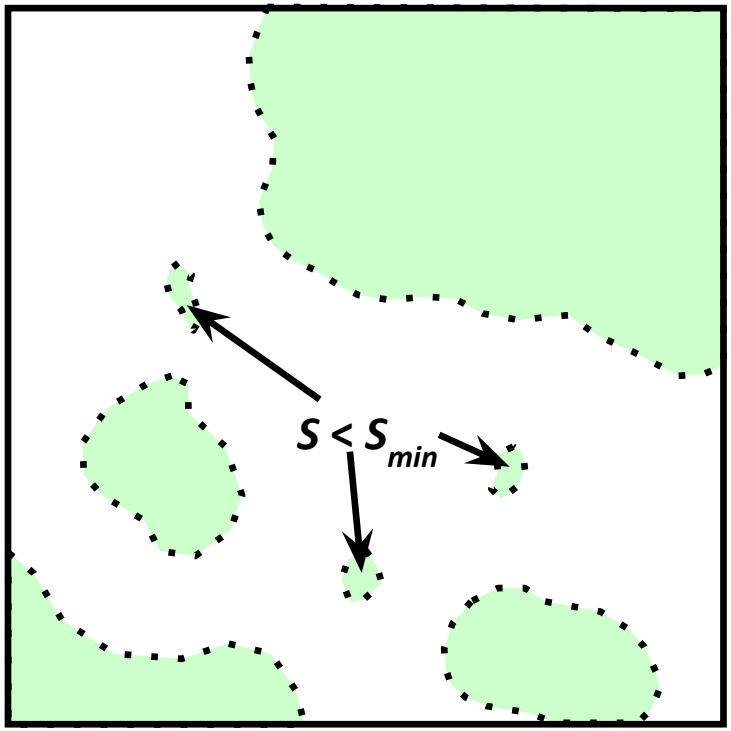
- Другой прием связан с совмещением узлов разных объектов при удалении некоторых промежуточных в порядке генерализации. В качестве параметра совмещения устанавливается некоторый максимальный допуск расстояния до совмещаемых узлов объектов.

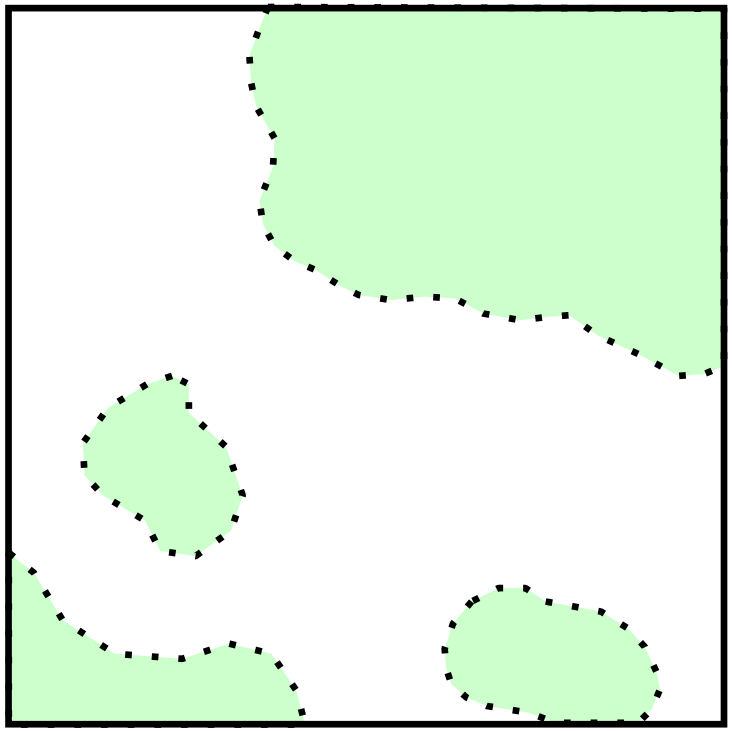


# Удаление избыточных полигонов

- Наконец, третий прием автоматизированной генерализации сводится к удалению избыточных полигонов – таких, площадь которых меньше заданной. Этот прием можно отождествить с отбором и исключением объектов согласно установленных цензов.



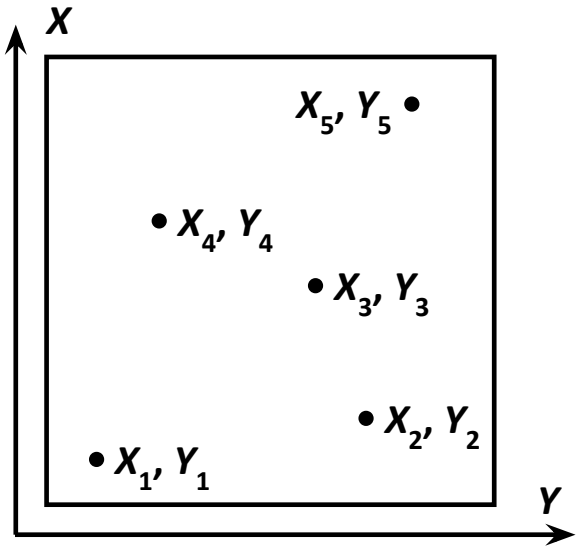
# Геокодирование

- Большое внимание в современных ГИС отводится ***геокодированию*** – привязке к карте объектов, расположение которых в пространстве задается сведениями из таблиц баз данных. Эта информация может быть представлена различным образом:
  - координатами широты и долготы ($\varphi$, $\lambda$),
  - адресами объектов в адресной системе урбанизированных территорий
  - расстояниями от начала линейных маршрутов

# Геокодирование

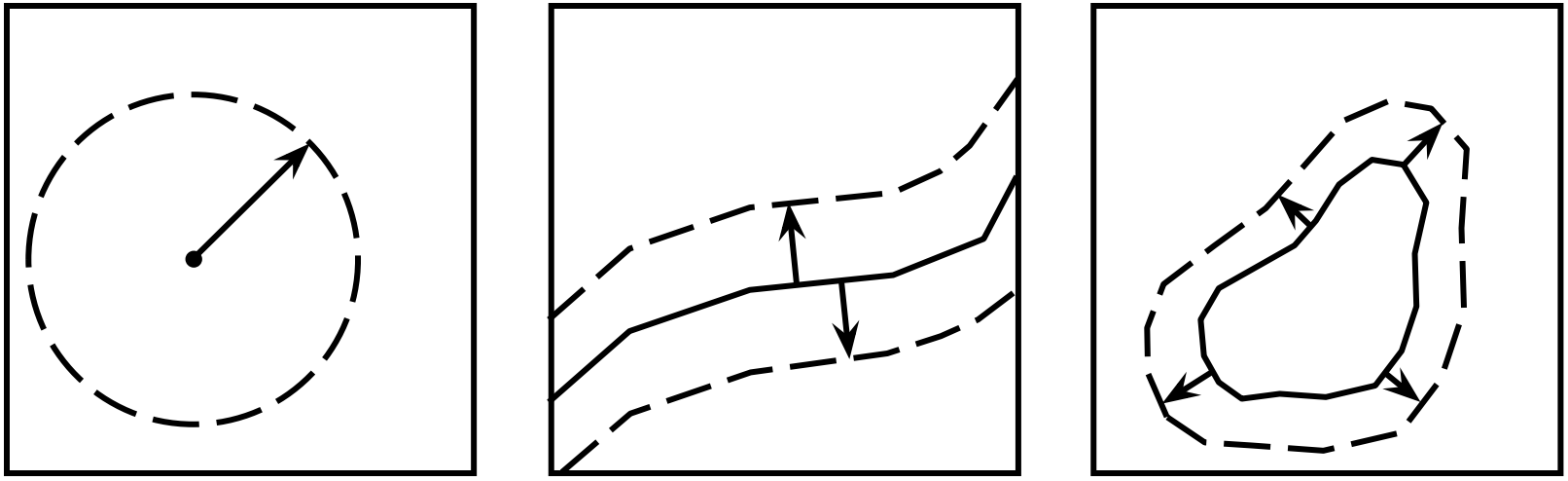
- Фактически геокодирование заключается в расстановке точечных объектов на карте по их известным координатам. Частным случаем является нанесение линий (профилей, маршрутов) по известным точкам, равноудаленным друг от друга.

| № п/п | X-координата | Y-координата |
|---|---|---|
| 1 | $X_1$ | $Y_1$ |
| 2 | $X_2$ | $Y_2$ |
| 3 | $X_3$ | $Y_3$ |
| 4 | $X_4$ | $Y_4$ |
| 5 | $X_5$ | $Y_5$ |



# Буферные зоны

- *Буферные зоны* -- это полигоны, границы которых отстоят на определенное расстояние от границ исходных объектов (например, санитарно-защитные зоны, располагаемые на расстоянии до 2 км от источника загрязнения, зоны отчуждения вокруг трубопроводов, зоны равных расстояний и т.п.). Буферные зоны могут создаваться для точечных, линейных и площадных объектов. В некоторых ГИС предусмотрено построение сразу нескольких буферных зон разных радиусов. Во многих случаях расстояние от границы объекта до полигона может зависеть от атрибутивных данных.

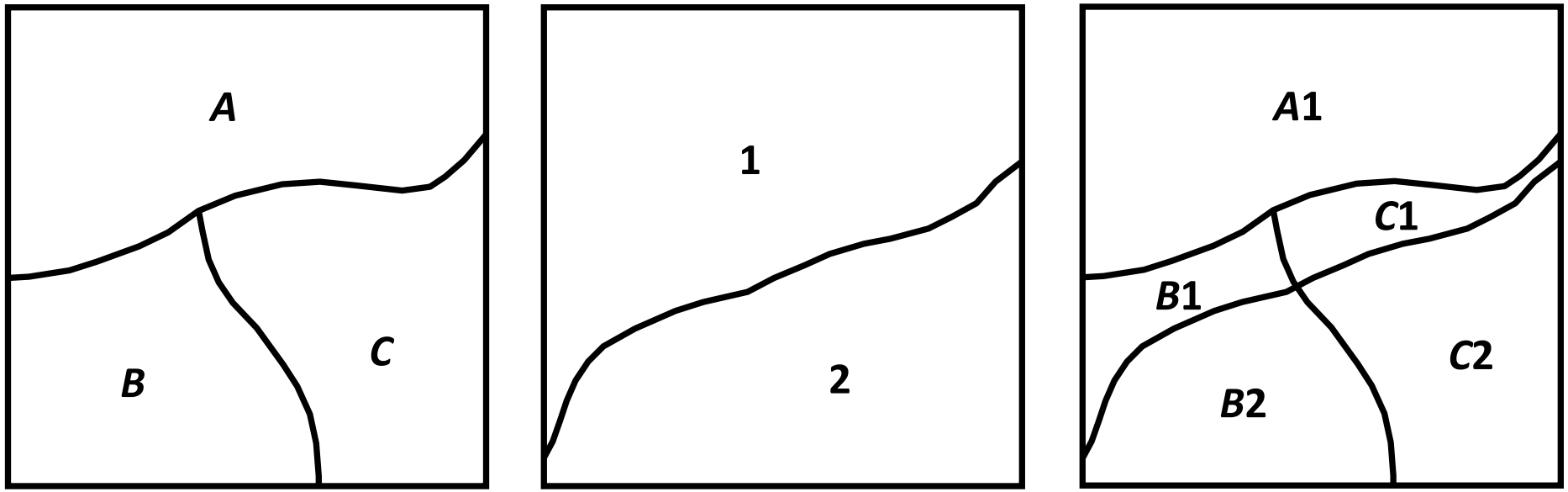


# *Оверлейные операции*

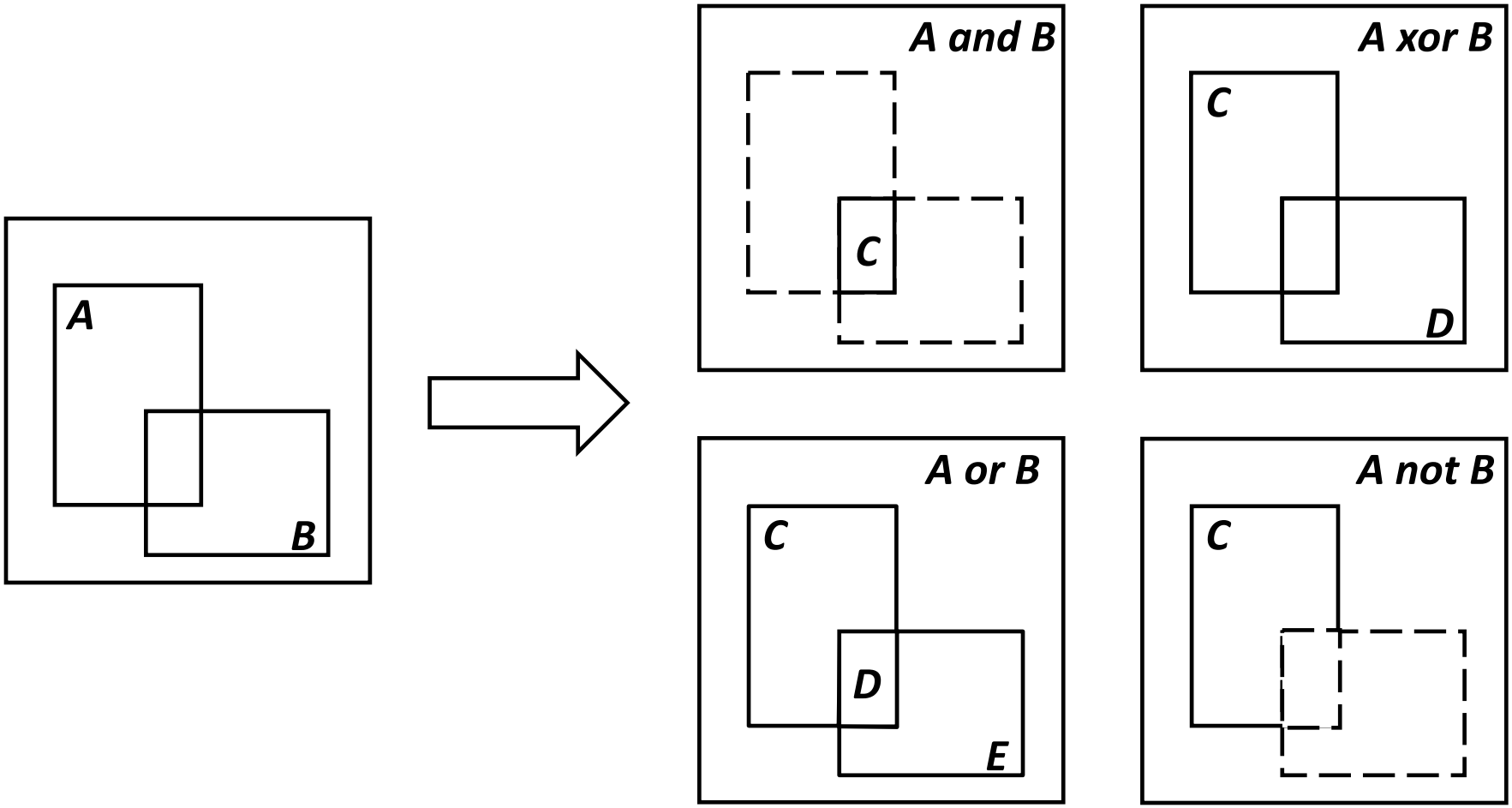
- *Оверлейные операции* представляют довольно мощное средство геоанализа множества разноименных и разнотипных по характеру локализации объектов. Суть его состоит в наложении двух и более информационных слоев с генерацией производных объектов, возникающих при их геометрическом наслоении, и наследованием их семантики (атрибутов). Причем в алгоритмах операции наложения могут присутствовать логические операторы типа *AND*, *OR*, *XOR* и *NOT*. Наиболее практически важен и распространен случай оверлея двух полигональных слоев.

- Оверлейные операции исключительно ресурсоемкие – главные вычислительные трудности связаны с большими затратами машинного времени на поиск координат всех пересечений линейных сегментов полигонов.

# Оверлейные операции.1



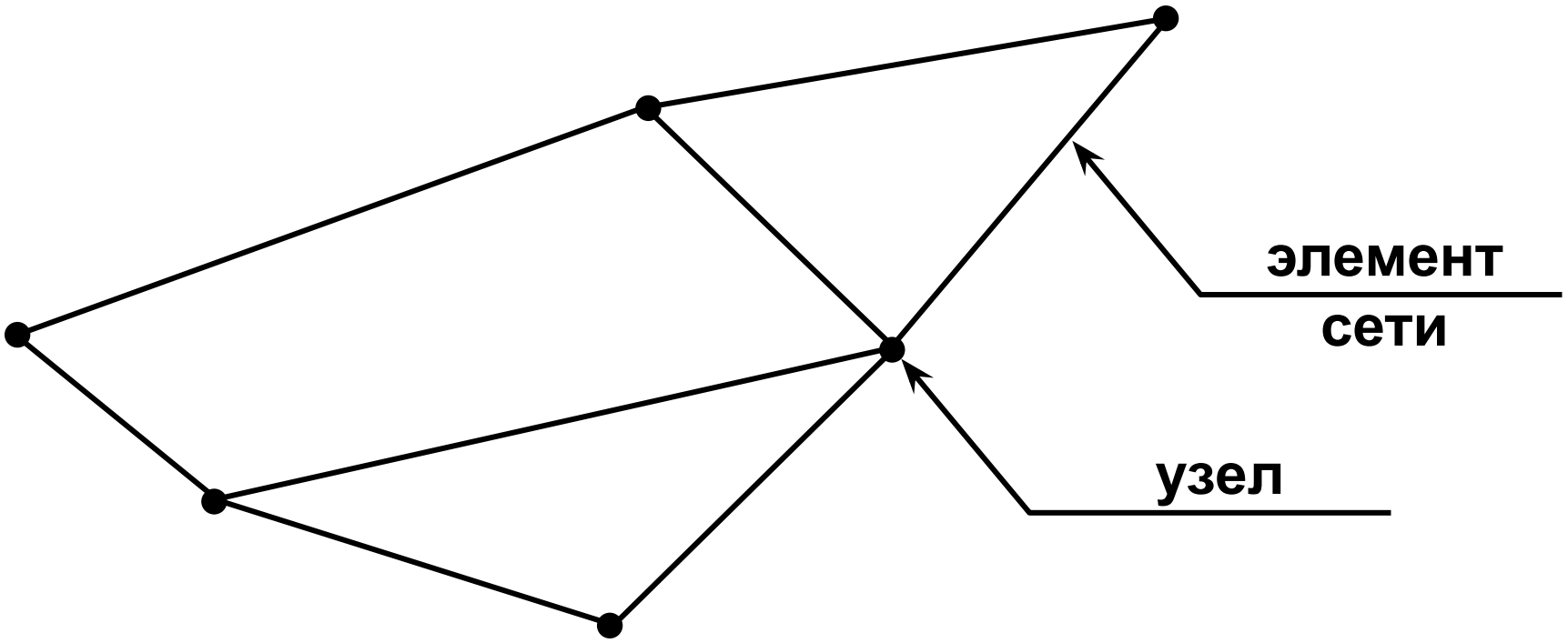
# Оверлейные операции.2



# *Сетевой анализ*

- *Сетевой анализ* позволяет решать различные задачи на пространственных сетях связных линейных объектов (реки, дороги, трубопроводы, линии электропередачи и т.п.). В классическом представлении сеть считается набранной из линий, которые могут иметь не более двух общих точек с другими линиями – начала и конца. Точку соединения принято называть узлом

# Сетевой анализ



# Картометрические функции

- К *картометрическим функциям*, выполняемым в большинстве ГИС, относятся расчеты длин, периметров, площадей и объемов. Расстояния между двумя точками на плоскости (например, на плане или топокарте) могут быть вычислены по теореме Пифагора:

$$D = \sqrt{(X_к - X_н)^2 + (Y_к - Y_н)^2}$$

- При вычислении того же расстояния между удаленными точками на сфере придется воспользоваться формулами сферической тригонометрии:

$$D = R\delta \quad \cos\delta = \sin\varphi_н \sin\varphi_к + \cos\varphi_н \cos\varphi_к \cos(\lambda_к - \lambda_н)$$

- Для полигона, заданного прямоугольными координатами на плане, площадь может быть вычислена по довольно простой формуле:

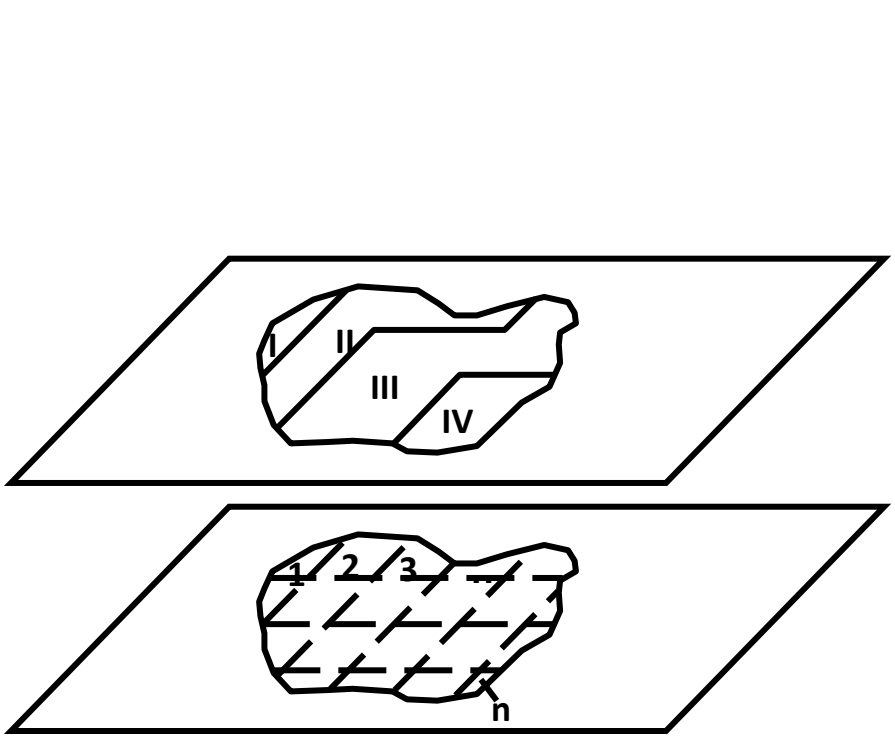
$$S = \tfrac{1}{2} \sum Y_i (X_{i+1} - X_{i-1})$$

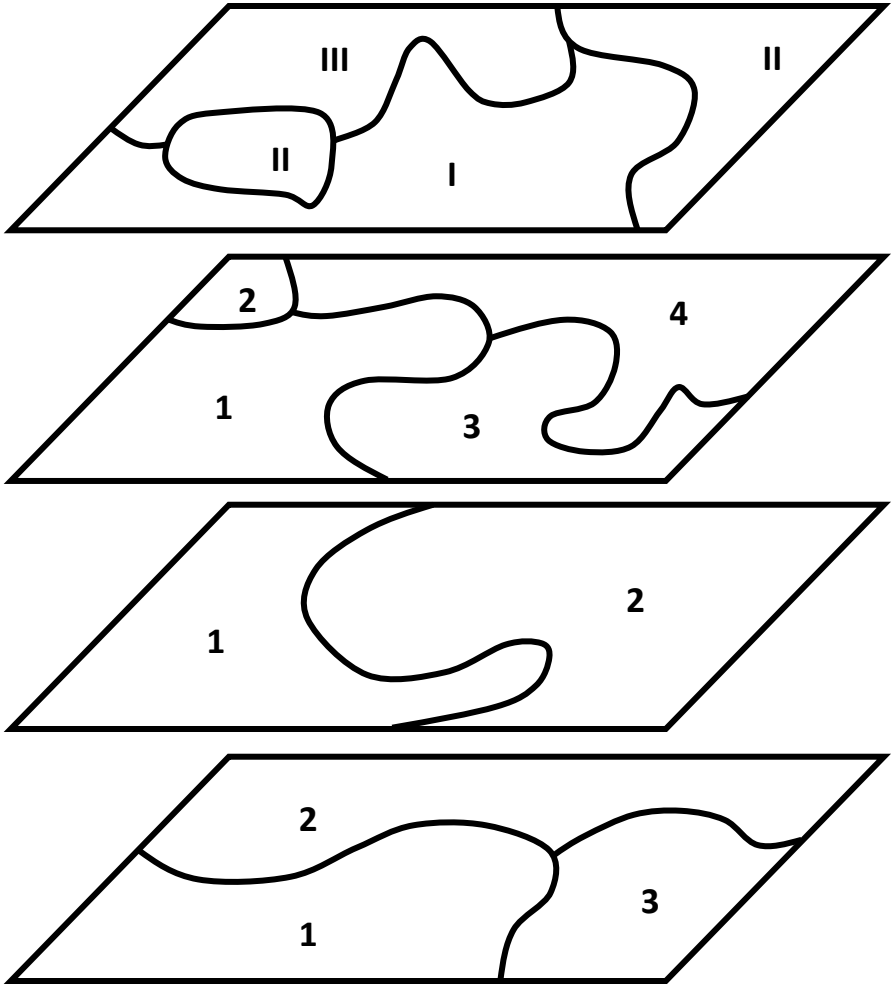
- где сумма вычисляется для всех *n* вершин полигона, при этом для первого слагаемого $X_{i-1}$ – это *X*-координата последнего *n*-ного узла, а для последнего слагаемого $X_{i+1}$ – это *X*-координата первой вершины.

# *Зонирование и районирование*

- Основное назначение функций этой группы состоит в выделение зон и районов, т.е. участков, однородных в каком-либо отношении. Границы зон и районов могут совпадать с границами ранее существовавших объектов (например, определение запасов древесины по сетке квартального деления лесных массивов), либо строится в результате различных видов моделирования (например, отыскание зон рекреационной благоприятности с учетом геоморфологических, гидро-климатических и геоботанических данных). Выделение может производится как при работе с векторными, так и с растровыми моделями, как по одной, так и по группе характеристик. Результаты зонирования и районирования могут быть представлены как в аналитической форме, так и в синтетической – обобщенной по заданным критериям.

# Зонирование и районирование



# *Создание моделей поверхностей*

- *Создание моделей поверхностей* включает в себя различные методы по двух- и трехмерной визуализации географических полей. Расчет моделей производится по содержащимся в базах данных численным характеристикам точек, характеризующих поле. Сами точки могут располагаться регулярно или нерегулярно. Методы интерполирования позволяют на основе дискретной сети точек рассчитать значение поля в любой произвольной точке.

# *Создание моделей поверхностей*

- **Двухмерная** визуализация осуществляется в виде изолинейных карт. В автоматическом режиме для таких изображений можно подбирать наилучшее сечение или шкалу изолиний, послойную окраску.

- **Трехмерная** визуализация предполагает в первую очередь построение блок-диаграмм, для которых можно подбирать оптимальное положение точки обзора, соотношение вертикального и горизонтального масштаба, способа отрисовки (отмывка, сетчатая модель, рендеринг, прозрачность и т.п.), имитировать полет над местностью.