

Задачи, решаемые с помощью ЦМР

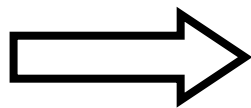
Цифровое моделирование.3

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.1

- Готовая цифровая модель рельефа способна обеспечить решение самых разнообразных задач. Первая группа задач связана с нахождением по ЦМР высот произвольных точек. Обычно на растровую модель наносится искомая точка, высота пиксела, в который она попадает, наследуется и самой точкой. При необходимости (особенно когда размеры ячеек растра велики) высоту точки можно найти интерполированием.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Изолинии

1	2	3	5	7	7
1	2	3	5	6	7
1	2	4	5	6	8
2	3	5	6	5	9
2	3	5	7	8	9
2	3	6	7	8	8



ИЗОЛИНИЯ

Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Расчёт показателей рельефа

- Крутизна склона α есть арктангенс превышения высот двух точек Δh к горизонтальному проложению l между ними: .

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta h}{l}\right)$$

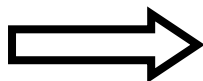
- Применительно к GRID-модели это означает, что последовательно в 9 соседних точках находится $|\Delta h_{\max}|$ – максимальная разница без учета знака в высотах между центральным пикселем и прочими, которая делится на геометрический размер пиксела в масштабе карты, после чего извлекается арктангенс.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Экспозиция склона

$\text{atg}[(|8 - 4|) \text{ м} / 100 \text{ м}]$

$\text{atg}[(|10 - 6|) \text{ м} / 100 \text{ м}]$

5	7	9	6	3	1
4	8	10	8	5	2
5	8	11	9	6	3
5	7	9	7	5	3



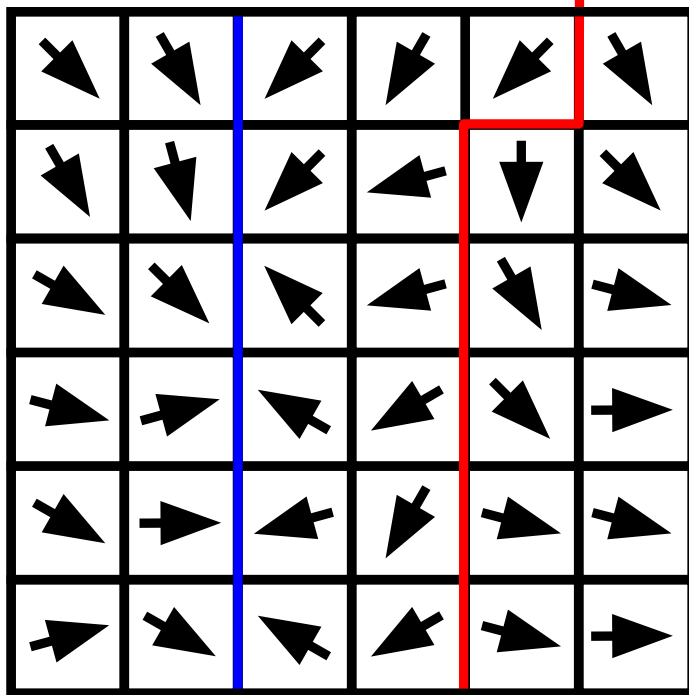
	2	2	3	2	
	2	2	2	2	

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.5

- К другим задачам, решаемым по ЦМР, можно отнести расчет сепаратрисс – структурных линий рельефа, а именно тальвегов и водоразделов.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.5.1

водораздел

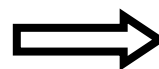
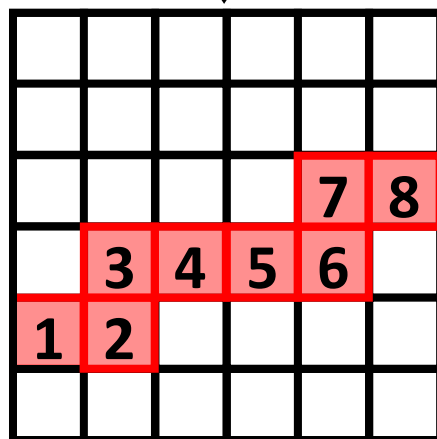
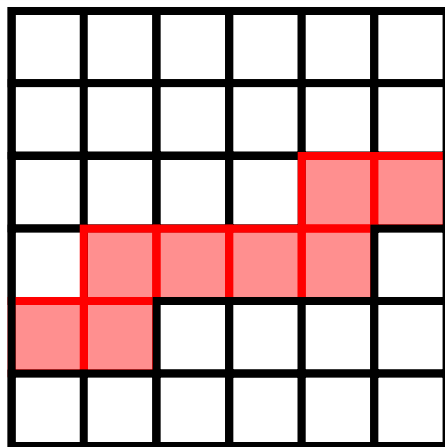
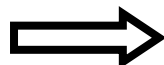
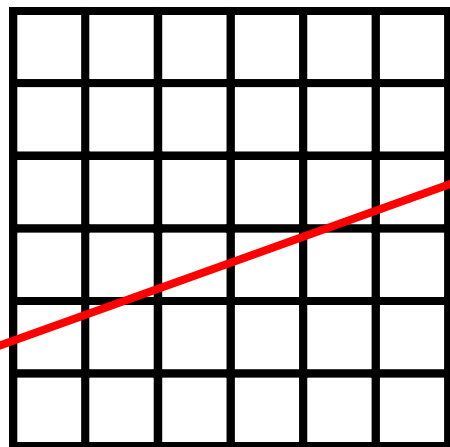


талъвег

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.6

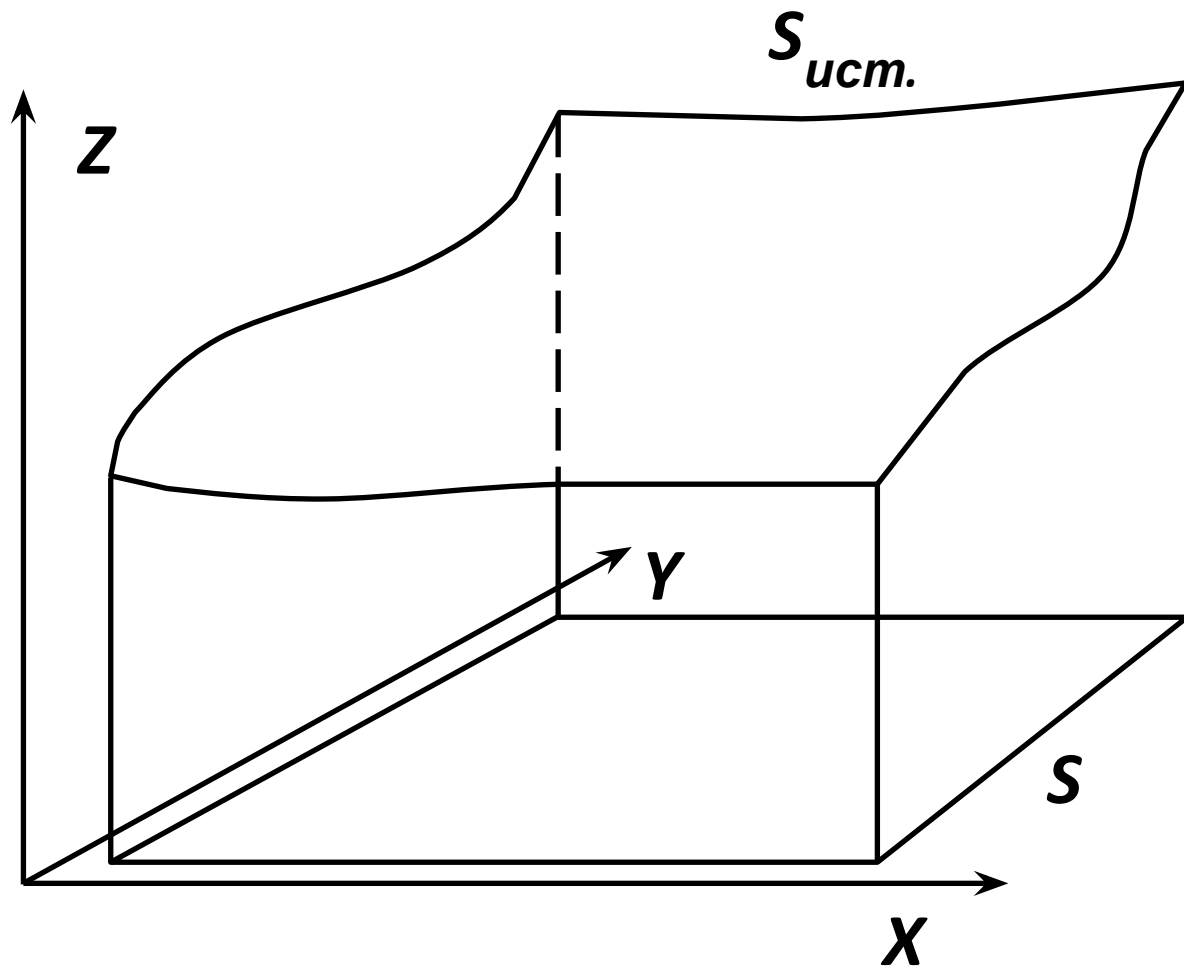
- Следующий круг задач связан с построением профилей высот (орографические профили) по направлению прямой или ломаной линии.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.6.1



<i>№ п/п</i>	<i>Z</i>
1	z_1
2	z_2
3	z_3
...	...
8	z_8

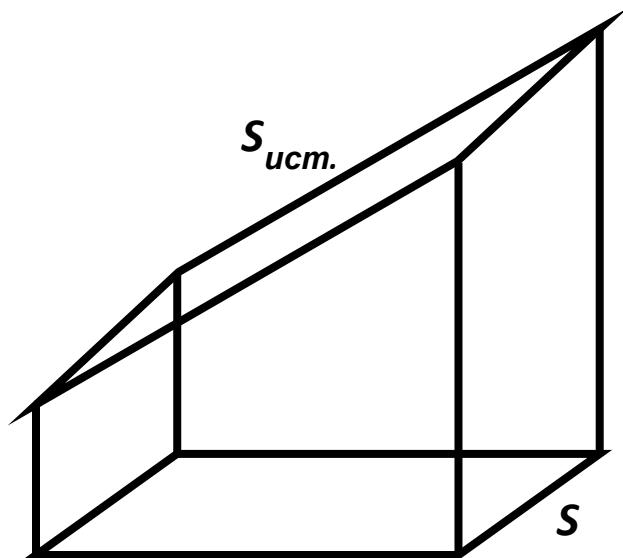
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.7



$$S_{уст.} < S$$

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.7.1

- В цифровых моделях эти операции можно автоматизировать. Так, например, известно, что площадь наклонной поверхности пропорциональна отношению площади ее ортогональной проекции к косинусу угла наклона.

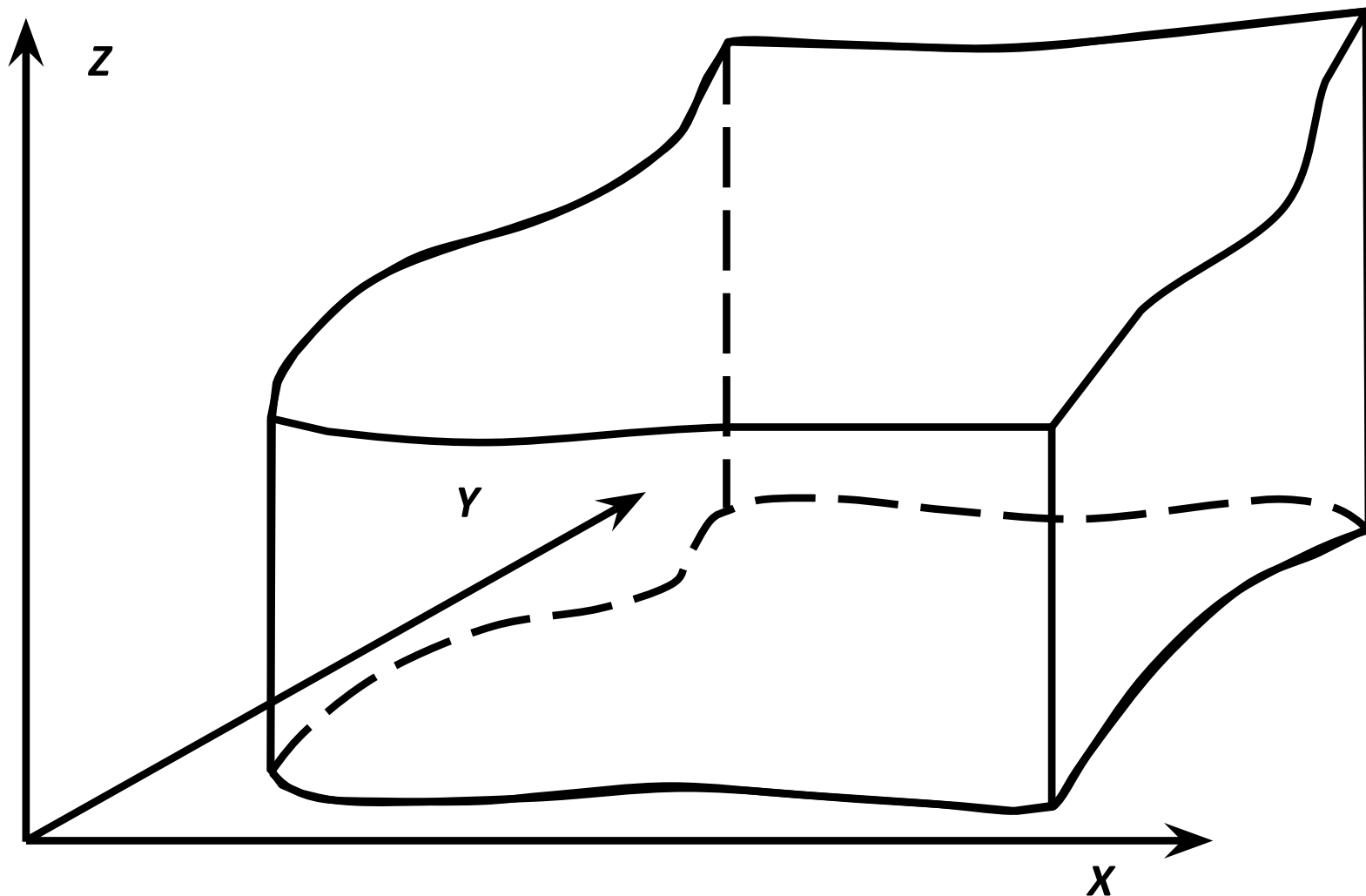


$$S_{уст.} \sim \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$\text{при } \alpha = 0^\circ: S_{уст.} = S;$$

$$\text{при } \alpha = 90^\circ: S_{уст.} \rightarrow \infty$$

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.8



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.8.1

9	9	9	8	8	7
9	9	9	8	8	7
9	8	8	8	8	7
8	8	8	8	7	7
7	7	7	6	6	6
6	6	6	6	5	5

**верхняя
поверхнос
ть**

ть

-

1	1	1	2	2	1
1	1	1	2	2	2
1	1	2	2	3	3
1	2	2	3	3	3
1	2	3	3	4	4
1	2	3	4	4	4

**нижняя
поверхнос
ть**

ть

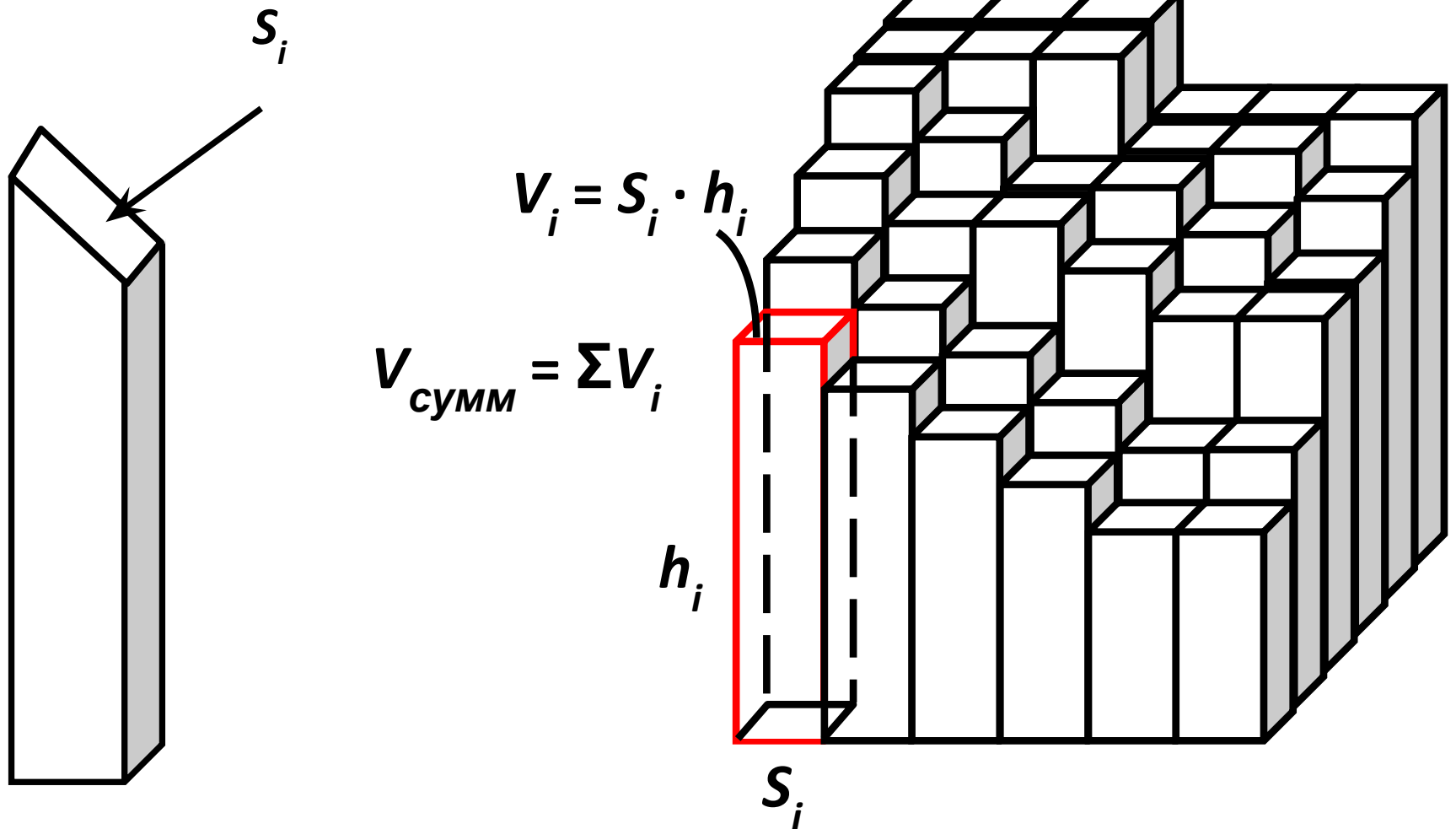
=

8	8	8	6	6	6
8	8	8	6	6	5
8	7	6	6	5	4
7	6	6	5	4	4
6	5	4	3	2	2
5	4	3	2	1	1

**результатирующ
ая
поверхность**

поверхность

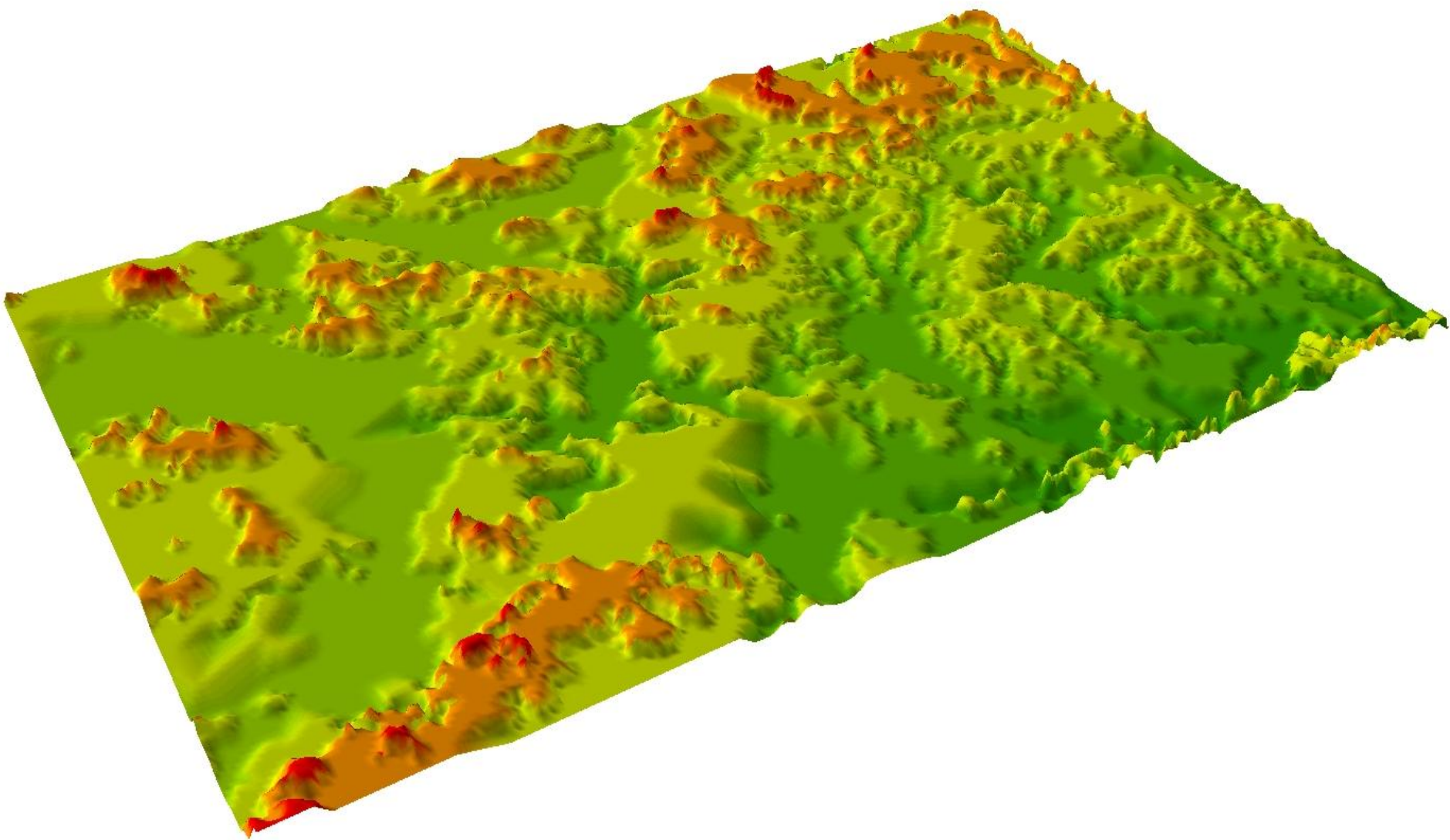
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.8.2



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9

- Другая широко распространенная функция работы с ЦМР – трехмерная визуализация в виде блок-диаграмм, светотеневой отмывки и т.п.

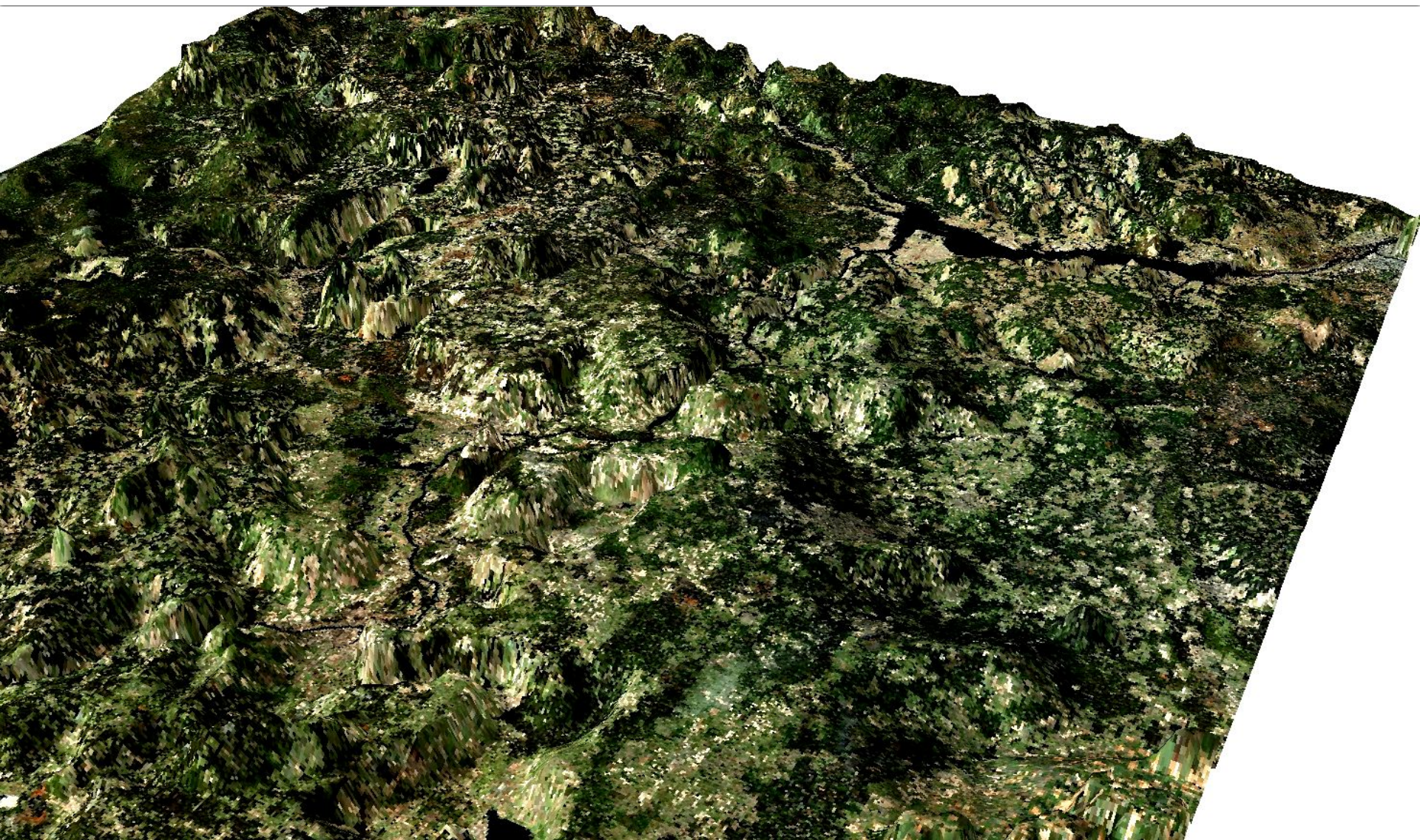
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.1



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2



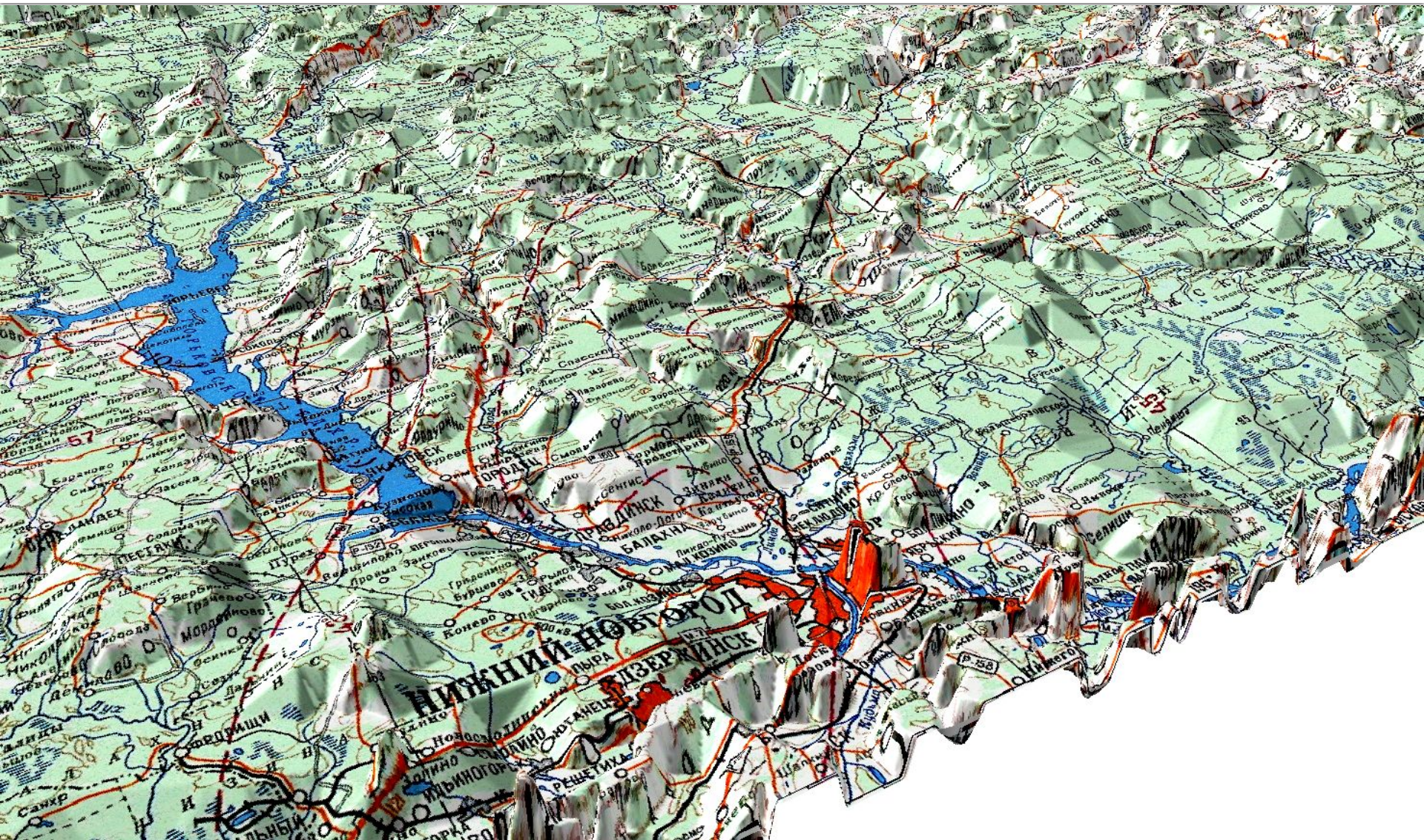
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2

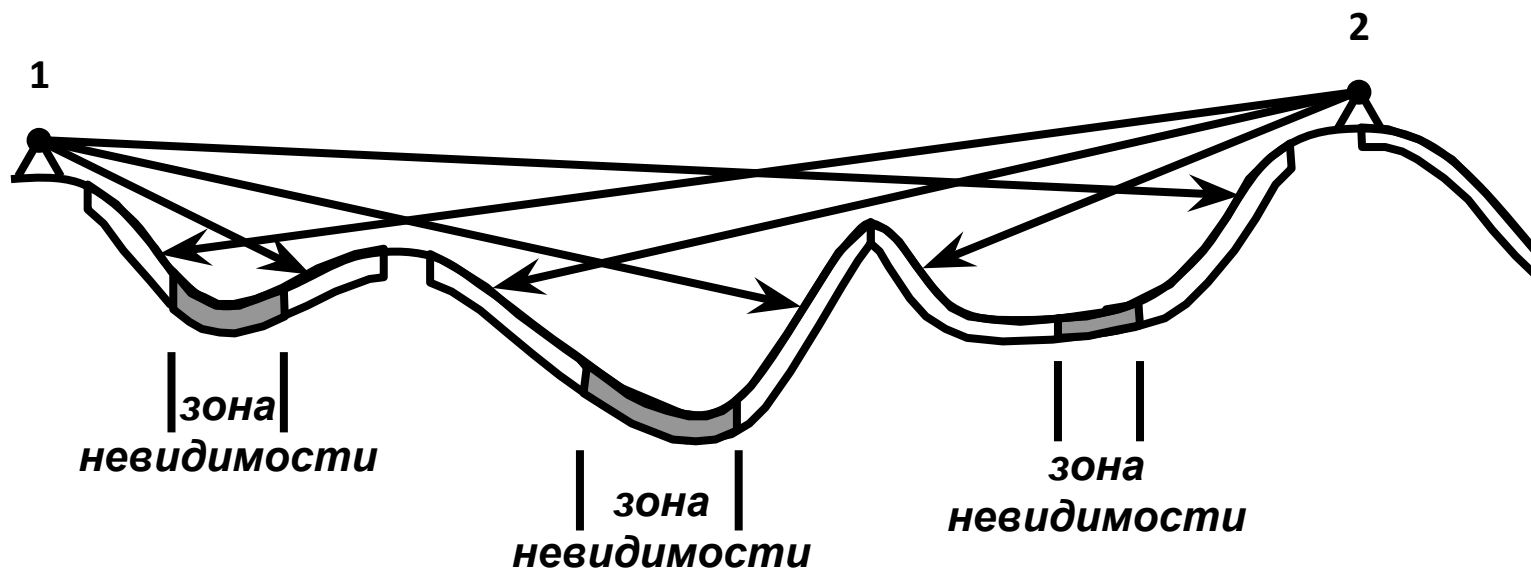


Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2

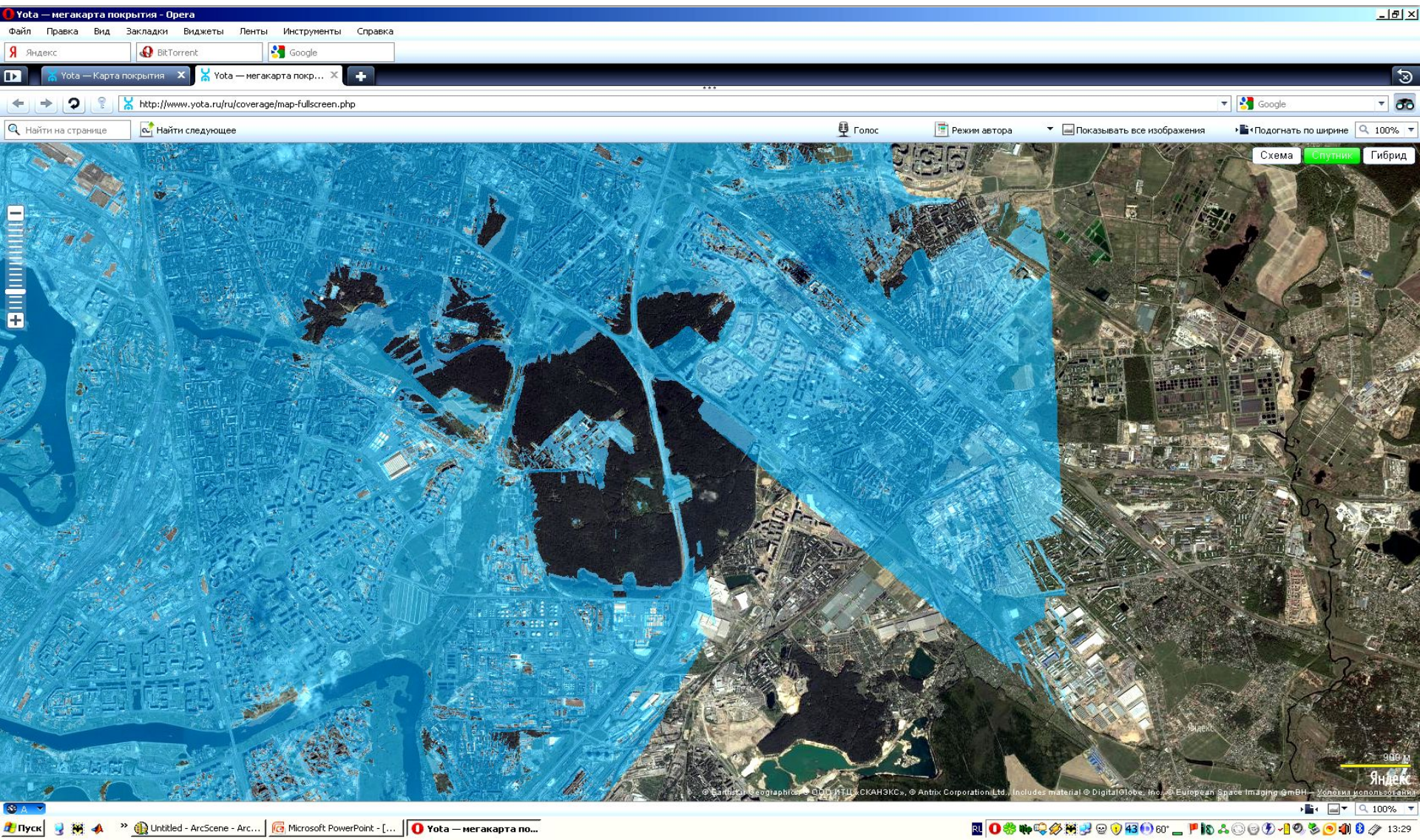


Задачи, решаемые с помощью ЦМР.10

- Наконец, к прикладным задачам работы с ЦМР относится нахождение на поверхности всевозможных зон. Наиболее известны случаи оценки зон видимости/невидимости. Над поверхностью располагают одну или несколько точек обзора и с учетом неровностей рельефа отыскивают такие участки, которые недоступны. Известны многочисленные оборонные приложения этой операции (при выборе командных и наблюдательных пунктов), коммуникационные (при выборе положения возможно наименьшего числа ретрансляторов при наибольшей площади покрытия сигнала), лесозащитные (при выборе положения наблюдательных вышек) и т.п.



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.10



Автоматизация некоторых задача ГИС

Генерализация

- Суть картографической генерализации составляет отбор главного, существенного и его целенаправленное обобщение. Задачи генерализации приходится решать всегда при создании мелкомасштабных карт по крупномасштабным источникам.

Генерализация.2

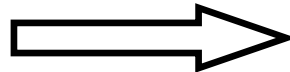
- Стремление к автоматизации процессов картографической генерализации отмечалось уже на первых этапах применения компьютеров в картографии

Виды генерализации

- В картографической генерализации выделяют две разновидности:
 - семантическую (непространственную)
 - геометрическую (пространственную).

Семантическая генерализация.1

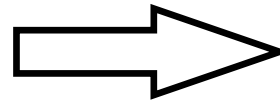
ID	Возрастной индекс
1	$P_2 kz$
2	$P_2 kz$
3	$P_2 ur$
4	$P_2 kz$
5	$P_2 uf$
6	$P_1 ass$
7	$P_2 kz$
8	$P_2 uf$



ID	Возрастной индекс
1	P_2
2	P_2
3	P_2
4	P_2
5	P_2
6	P_1
7	P_2
8	P_2

Семантическая генерализация.2

ID	Людность, тыс. чел.
1	156
2	241
3	84
4	112
5	593



ID	Людность, тыс. чел
2	241
5	593

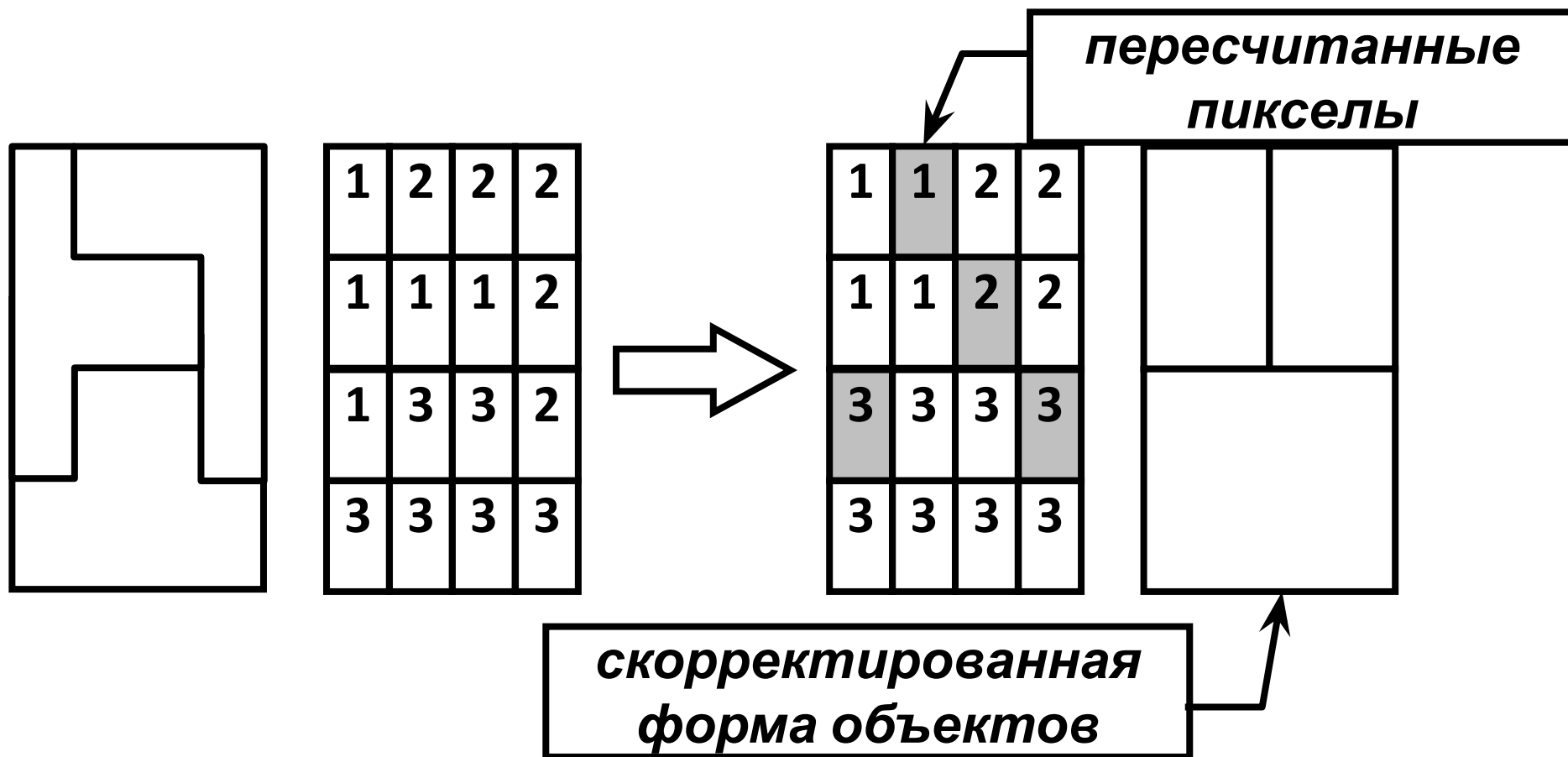
Геометрическая генерализация

- Геометрическая (пространственная) генерализация связана с правилами отображения формы, размера и положения географических объектов в плоскости карты. Она проявляется в обобщении геометрических очертаний объектов, спрямлении границ, отказе от мелких деталей, группировке контуров. Формальные (механические) подходы к пространственной генерализации не годятся. В настоящее время проблема автоматизированной генерализации пространственных данных далека от завершения, поскольку пока еще слабо разработаны принципы распознавания образов и иерархической структуры геометрических данных.
- Методы автоматизированного отбора и обобщения различаются для растрового и векторного формата представления данных.

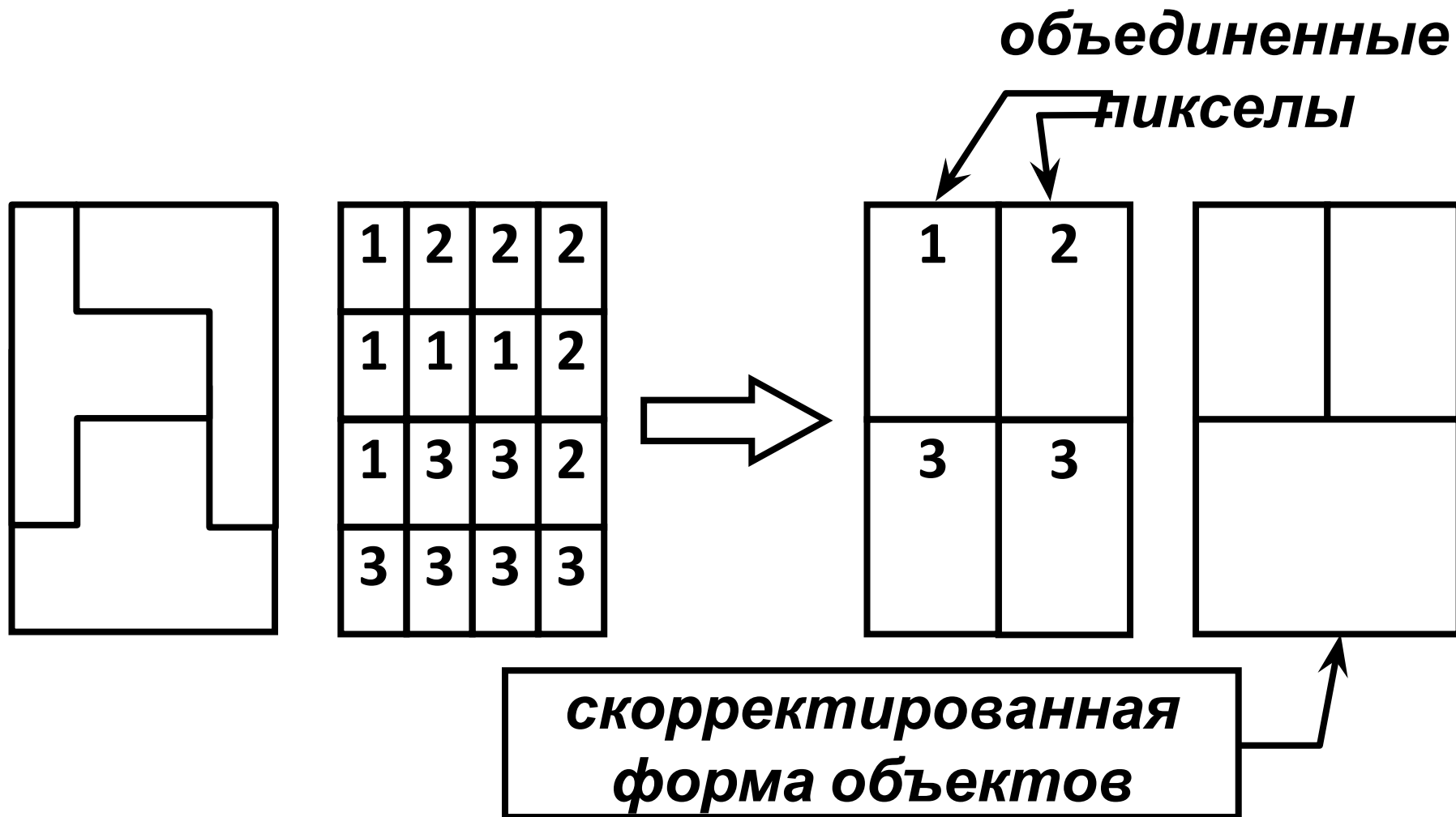
Генерализация растрового формата

- Генерализация растрового формата может быть реализована в разных вариантах, но так или иначе всегда опирается на существующую сетку пикселей

Генерализация растрового формата .1



Генерализация растрового формата.2



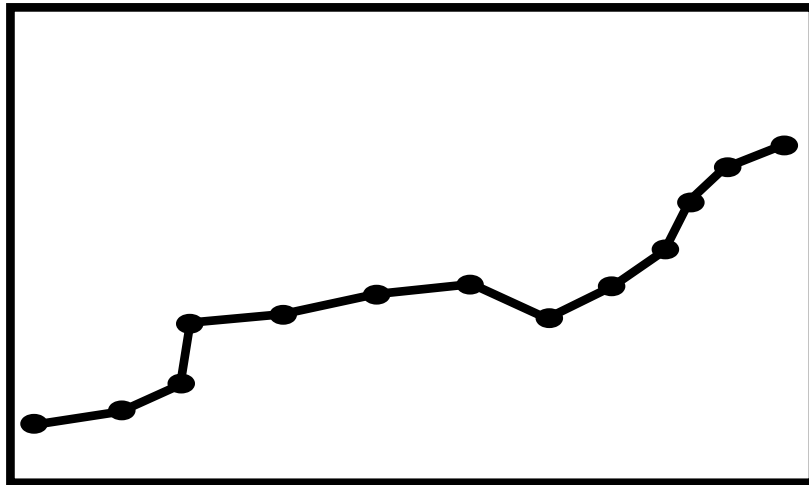
Генерализация векторного формата

- *упрощение*
- *сглаживание*
- *корректировка (или утрирование)*
- *перемещение*
- *слияние*

Упрощение

- В лучшей степени разработаны приемы упрощения: они лучше формализуются и к ним чаще приходится прибегать при автоматизированной генерализации. В зависимости от критериев выбора точек на удаление все они делятся на три группы алгоритмов.
 - *Алгоритмы независимых точек*
 - *Алгоритмы локальной обработки.*
 - *Алгоритмы глобальной обработки*

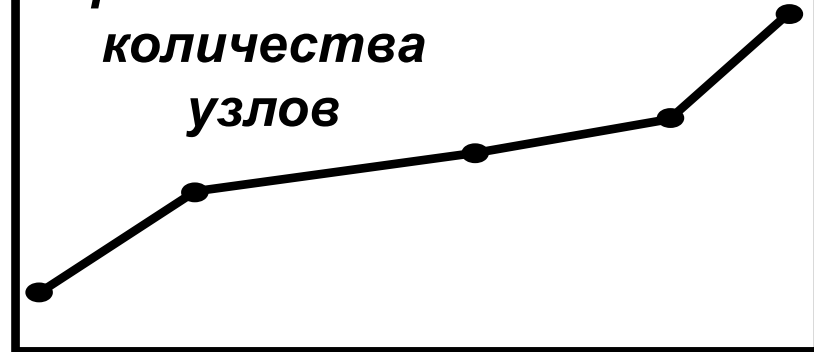
Упрощение.1



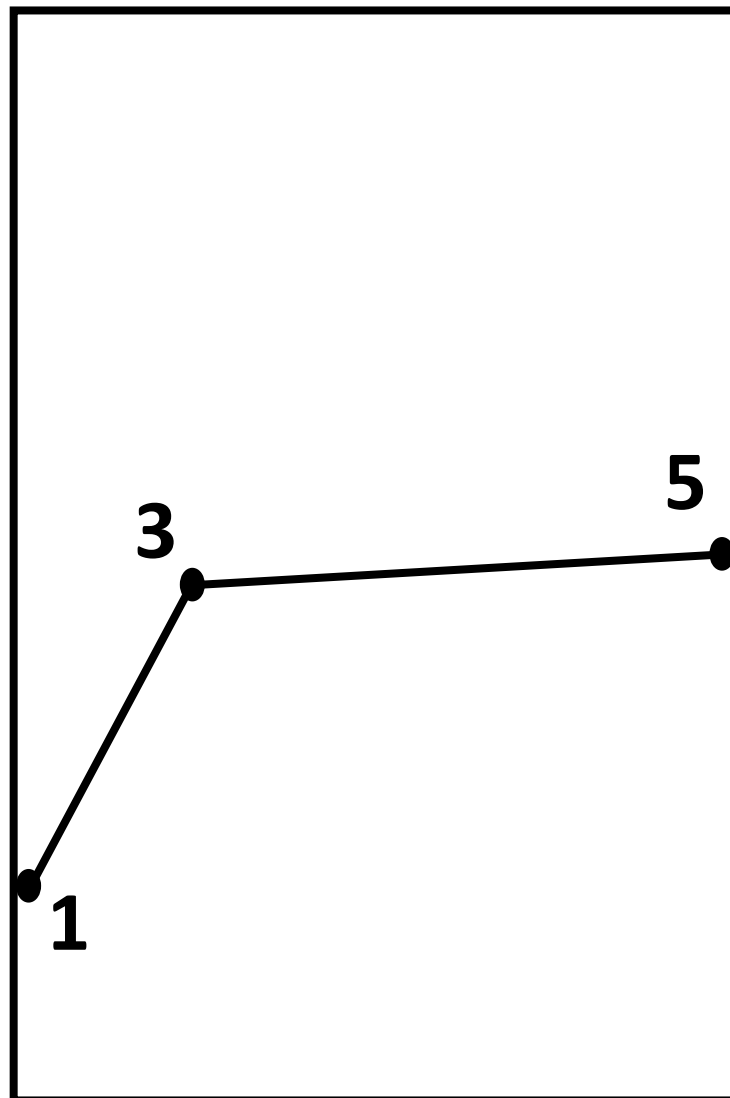
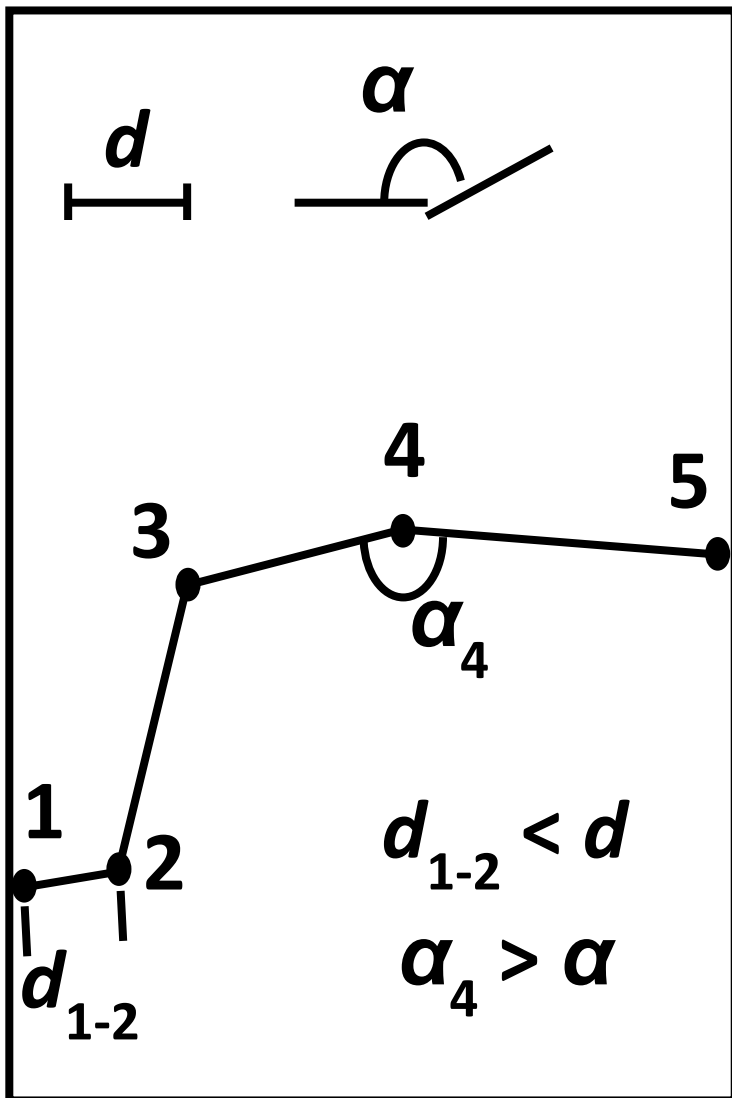
*удален каждый
второй узел*



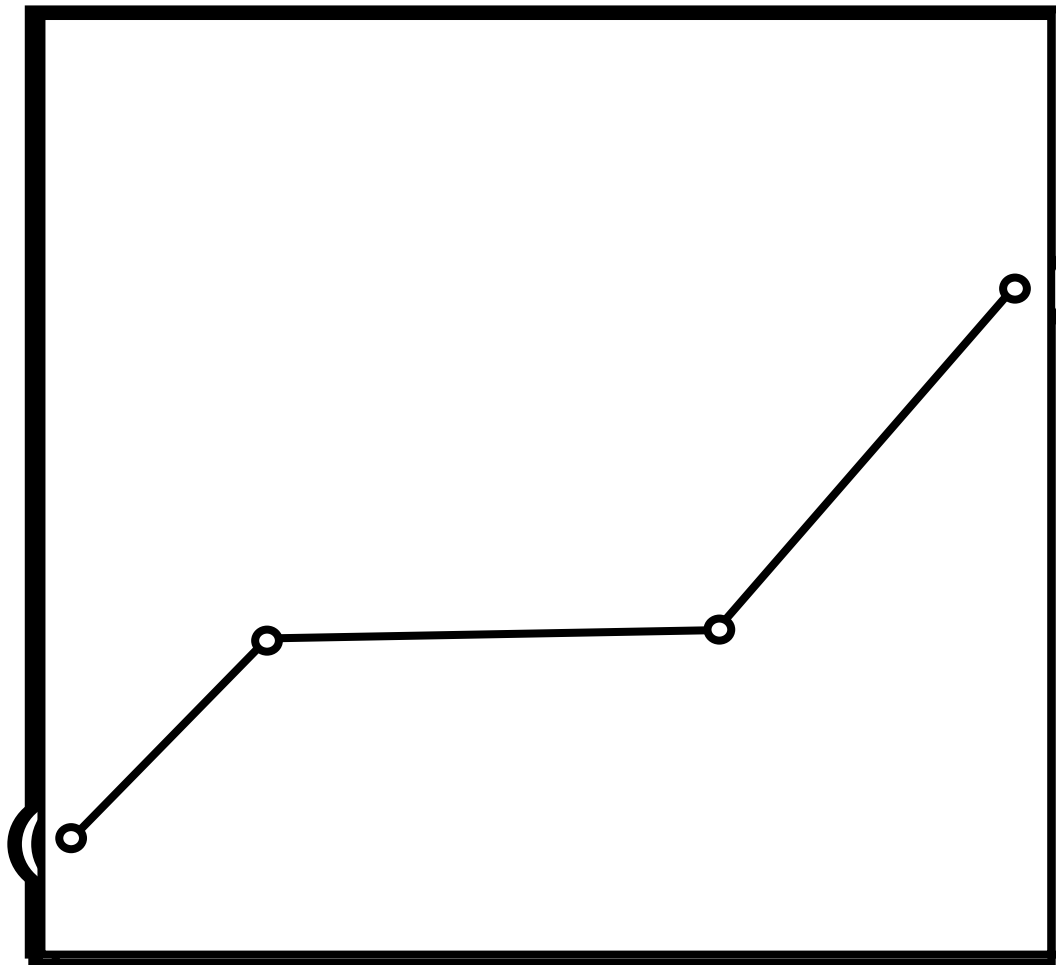
*удалены 2/3
первоначального
количества
узлов*



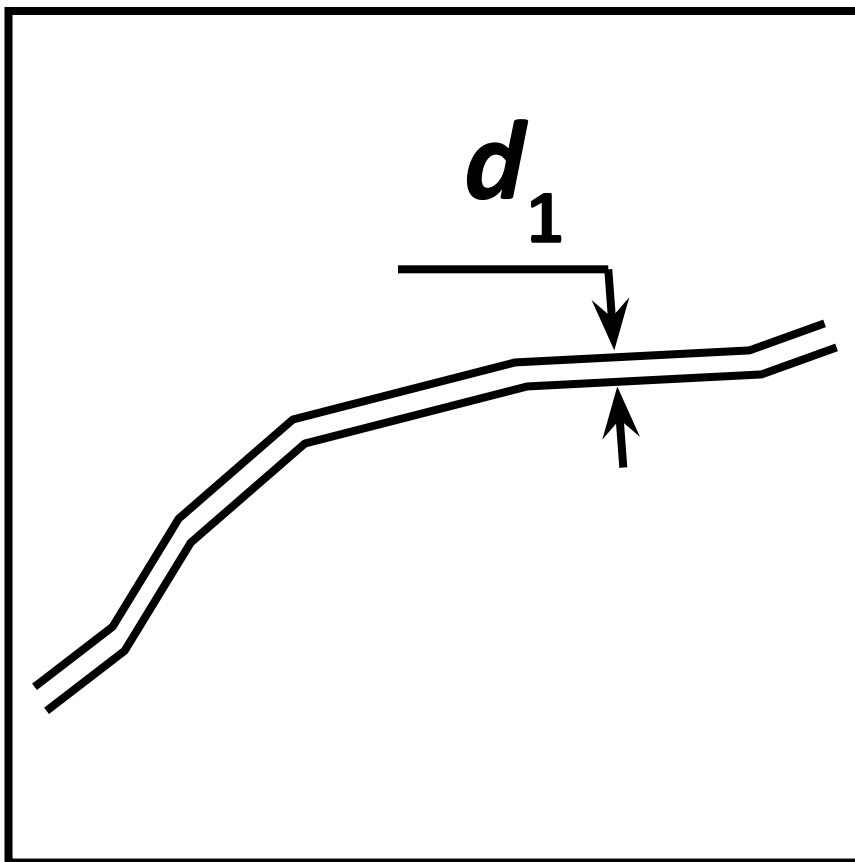
Упрощение.2



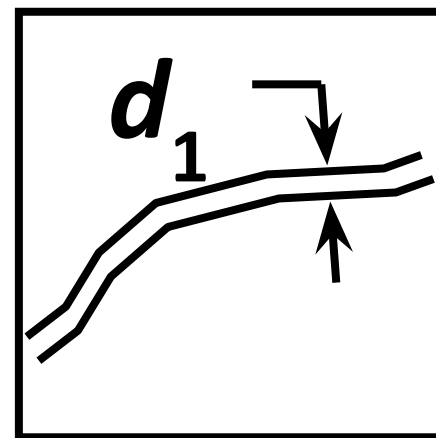
Упрощение.3



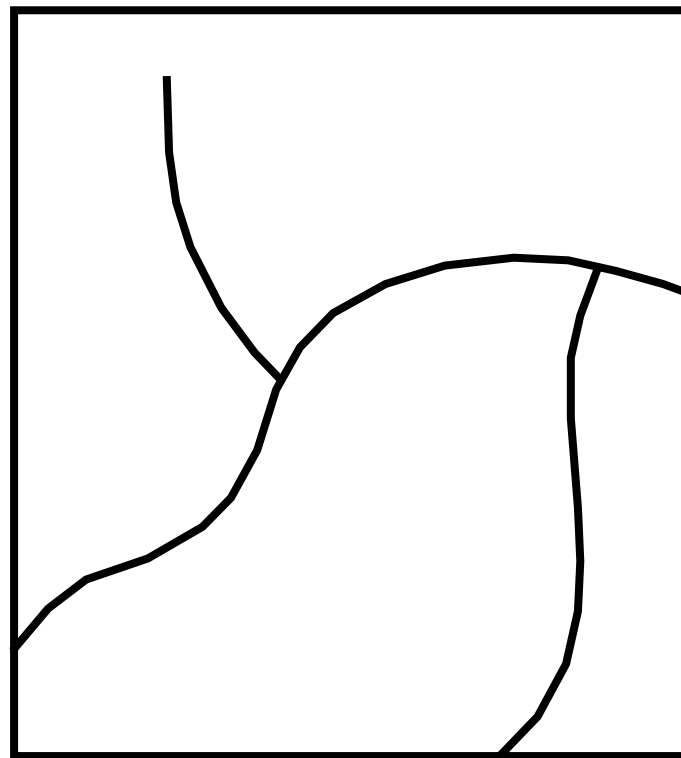
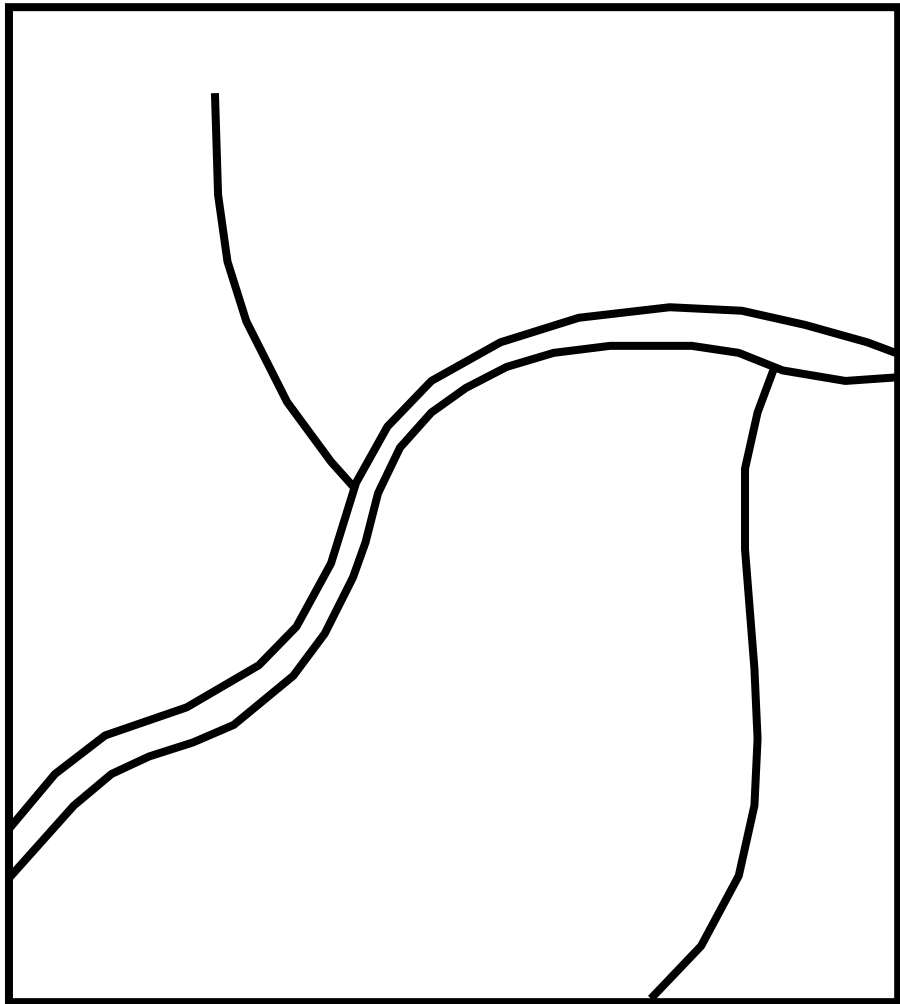
Перемещение



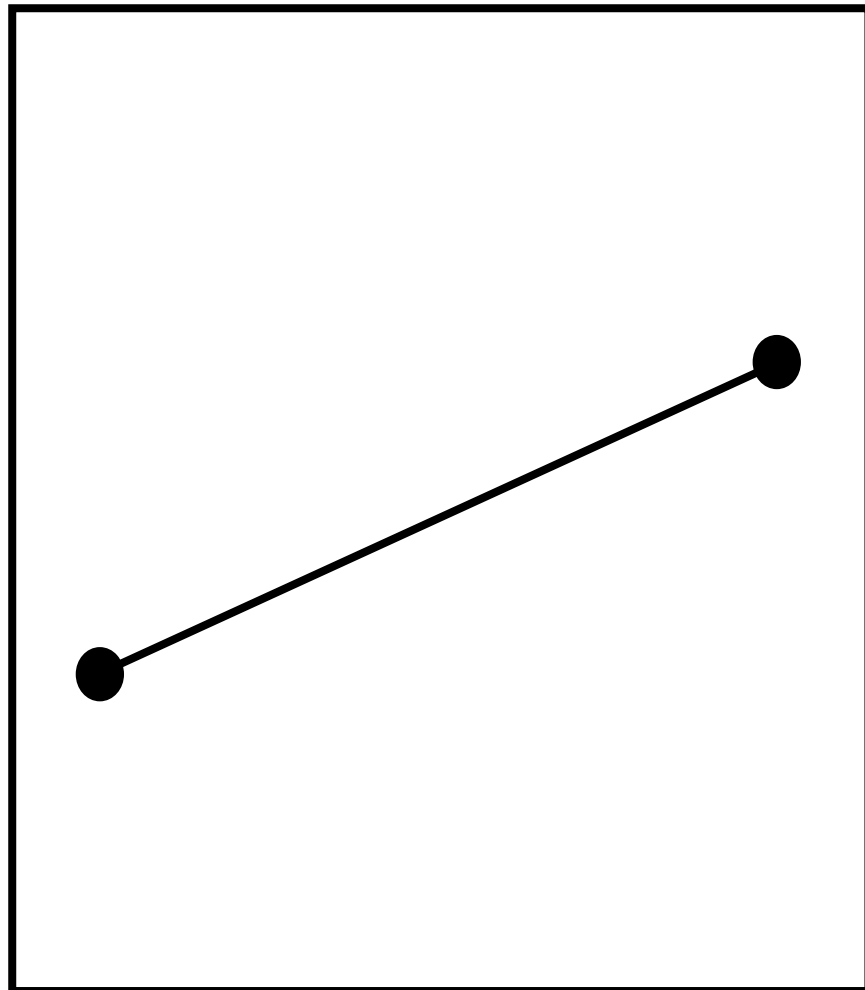
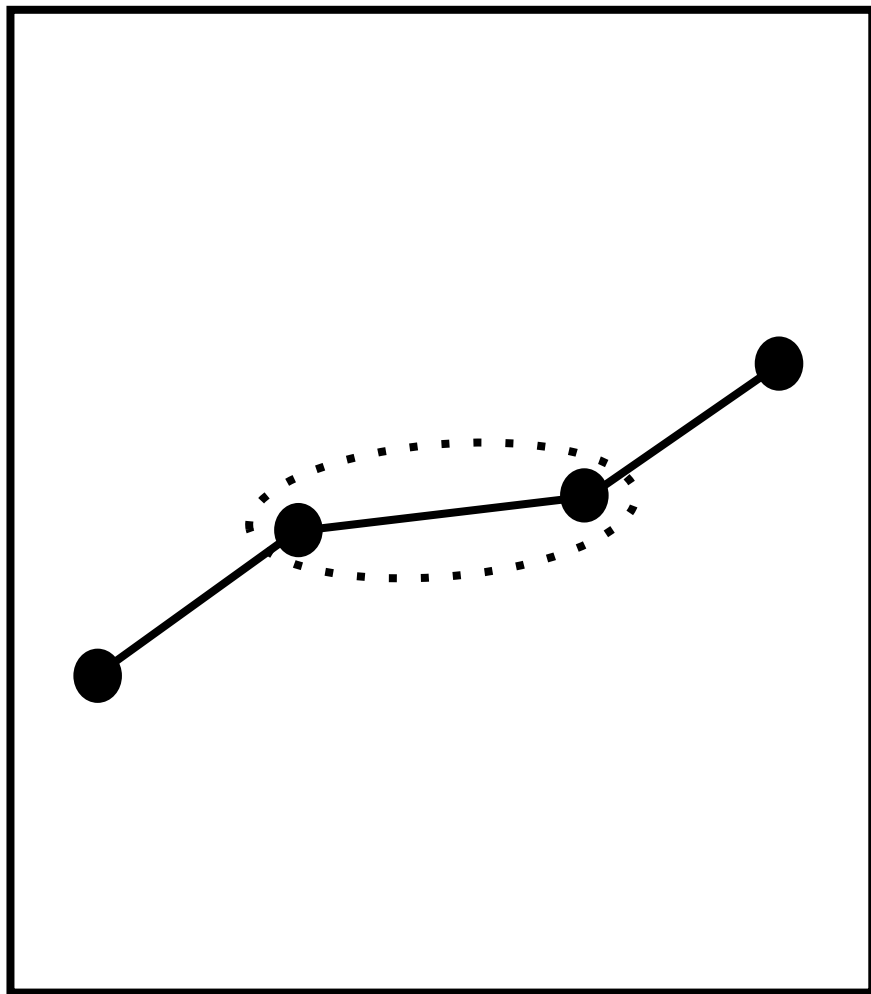
перемещение



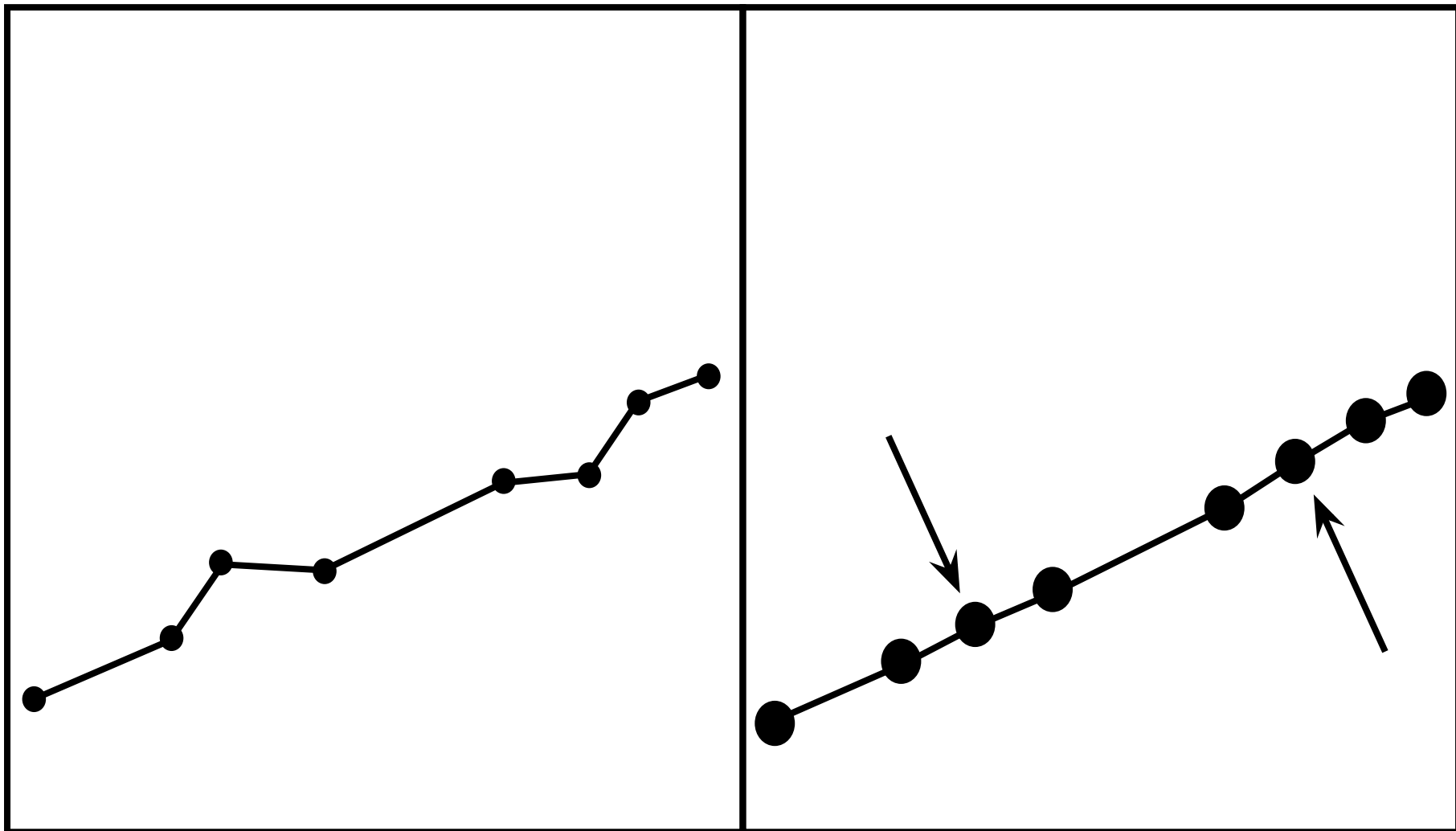
Слияние



Корректировка



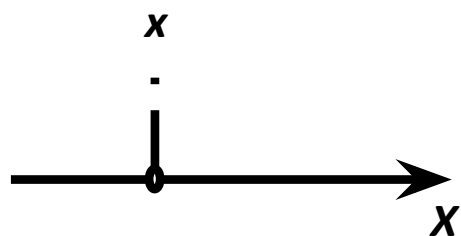
Сглаживание



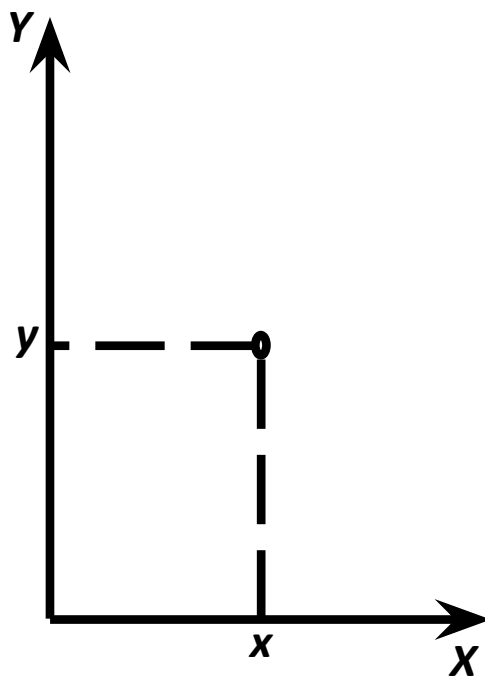
Проверка качества генерализации

- Последним важным этапом генерализации является оценка ее качества. **Единственным объективным критерием такой оценки служит субъективное мнение картографа.** Только его компетенция, опыт и профессиональная интуиция могут служить мерой корректности картографической (в т.ч. автоматизированной) генерализации. **Каких-либо формальных критериев, отвечающих бы на вопрос «хорошо или плохо проведена генерализация?», – нет.** С этих позиций последний этап генерализации даже сложнее, чем собственно генерализация.
- В автоматизированной генерализации попытки формализованной оценки полученных результатов известны давно, но наиболее продуктивным оказывается применение **теории фракталов.**

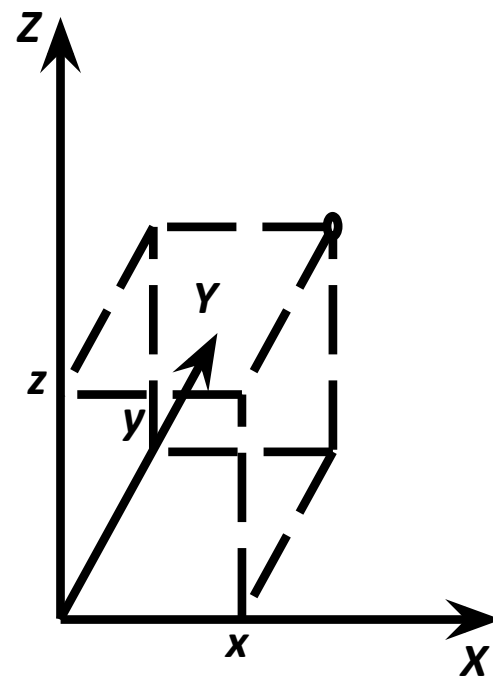
Размерность



$$D_E = 1$$



$$D_E = 2$$



$$D_E = 3$$

Топологическая размерность

- С евклидовой размерностью тесно связано понятие топологической размерности объектов D_T , под которой понимают «мерность» объектов. В обычной евклидовой геометрии, которую в основном используют для представления географической реальности, оперируют с точками, линиями, площадями и объемами. Точки имеют топологическую размерность D_T равную 0, линии – 1, площади – 2, объемы – 3. Топологическая размерность D_T не может быть выше евклидовой D_E . Это значит, что на плоскости с евклидовой размерностью $D_E = 2$ можно изобразить точку ($D_T = 0$), линию ($D_T = 1$) и площадной полигон ($D_T = 2$), но нельзя изобразить объемное тело ($D_T = 3$).

Понятие фрактала

- Термин *фрактал* (от латинского слова *fractus* – дробный), был предложен Бенуа Мандельбротом в 1975 году для обозначения нерегулярных самоподобных математических структур.

Фрактальная размерность

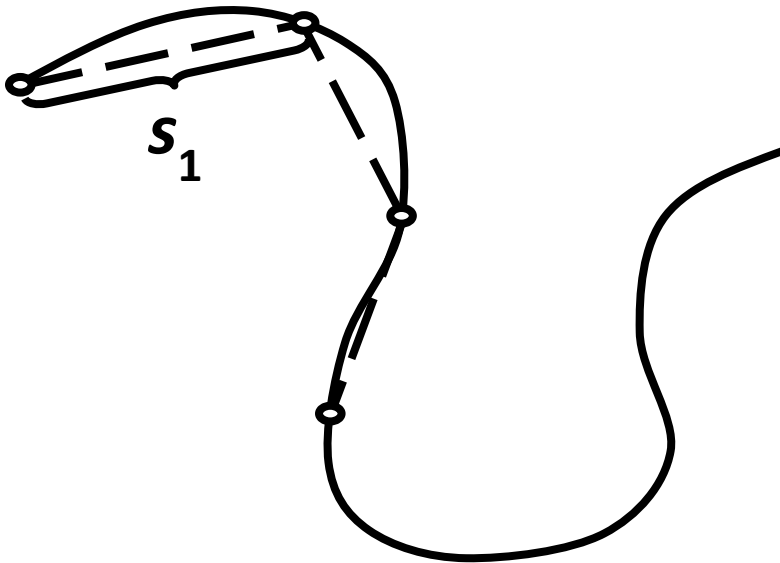
- Во фрактальной геометрии тоже действуют с точками, линиями, площадями и объемами, но не ограничиваются целочисленной размерностью, а вводят понятие фрактальной размерности D_F , которая может выражаться любым действительным числом в интервале от топологической до евклидовой размерности, включая границы: $\infty > D_E \geq D_F \geq D_T \geq 0$.

Расчет фрактальной размерности

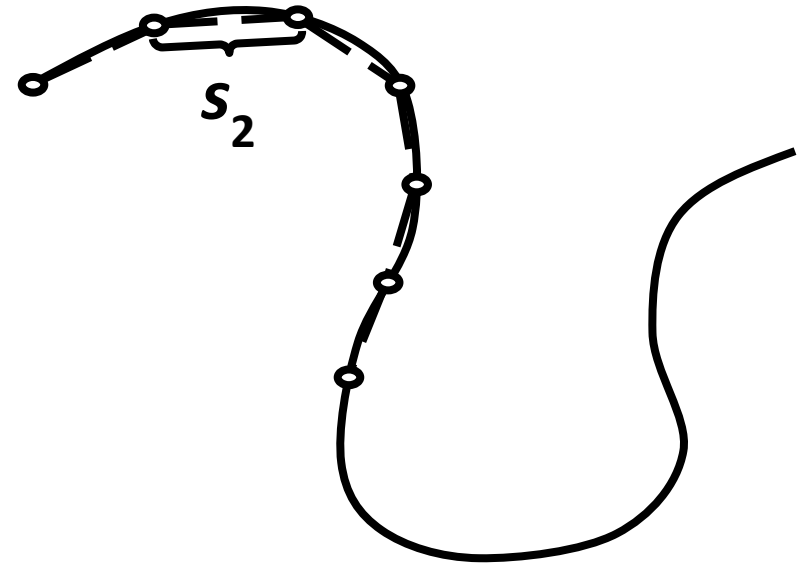
- Измеряемую линию разбивают на отрезки заданной длины s_1 и подсчитывают число таких отрезков n_1 . Тогда длина линии l_1 равна $s_1 \cdot n_1$. Если длина шага s_1 равна **10 м**, а число шагов $n_1 = 100$, длина линии составит **1 000 м**. Затем процесс повторяют, уменьшив длину отрезков до s_2 , соответственно увеличится их число – n_2 . Длина линии l_2 в этом случае будет равна произведению s_2 на n_2 , причем $l_2 \geq l_1$. Допустим, s_2 равно 5 м, а $n_2 = 220$, длина l_2 составит **1 100 м**.

$$D_F = \frac{\lg\left(\frac{n_2}{n_1}\right)}{\lg\left(\frac{s_1}{s_2}\right)} = \frac{\lg(220/100)}{\lg(10/5)} = 1,14$$

Расчет фрактальной размерности.2



$$l_1 = \sum s_1 = s_1 \cdot n_1$$



$$l_2 = \sum s_2 = s_2 \cdot n_2$$

$$D_F = \frac{\lg\left(\frac{n_2}{n_1}\right)}{\lg\left(\frac{s_1}{s_2}\right)} = \frac{\lg(220/100)}{\lg(10/5)} = 1,14$$

Фрактальная размерность.2



$DT = DF = 1$



$DT = 1; DF \approx 1,1$



$DT = 1; DF \approx 1,4$



$DT = 1; DF \rightarrow 2,0$

Фракталы и картография

- С математическим определением фрактала связано важное с точки зрения картографии свойство самоподобия. Оно означает, что постоянство фрактальной размерности объектов обеспечивает сохранность у них важных геометрических особенностей при любых изменениях масштаба, т.е. при влиянии одного из факторов генерализации. Многие географические объекты (речная сеть, побережья, элементы орографии и т.п.) самоподобны, т.е. при приближении или удалении точки зрения, главные пространственные элементы, характеризующие форму этих объектов, сохраняются, а второстепенные – утрачиваются. Особенно хорошо это видно на космических снимках различного пространственного разрешения.

Фракталы и картография

- Взглянув на проблему с точки зрения картографии, можно утверждать, что если при генерализации сохранить фрактальную размерность линий, то этим будет обеспечено высокое качество пространственной (геометрической) генерализации. Для этого первоначально у всех линий определяется их фрактальная размерность D_F^0 . После автоматизированной генерализации фрактальная размерность упрощенных линий D_F' заново вычисляется. Если $D_F' \sim D_F^0$, то считается, что генерализация проведена корректно. В противном случае ее повторяют, но с другими параметрами и установками.