Задачи, решаемые с помощью ЦМР

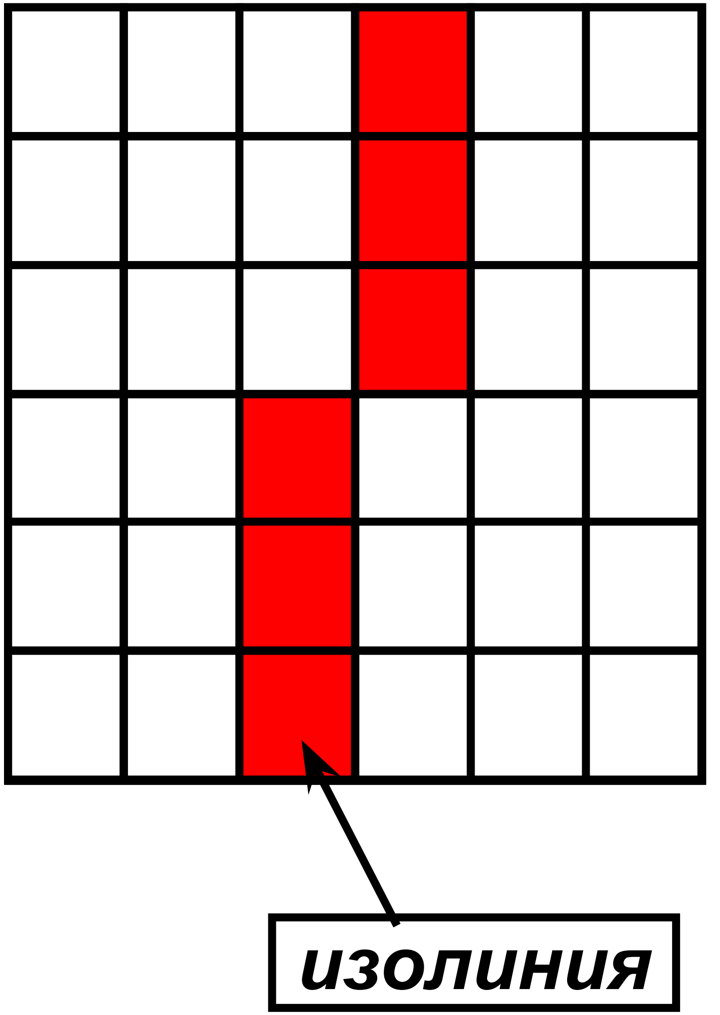
Цифровое моделирование.3

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.1

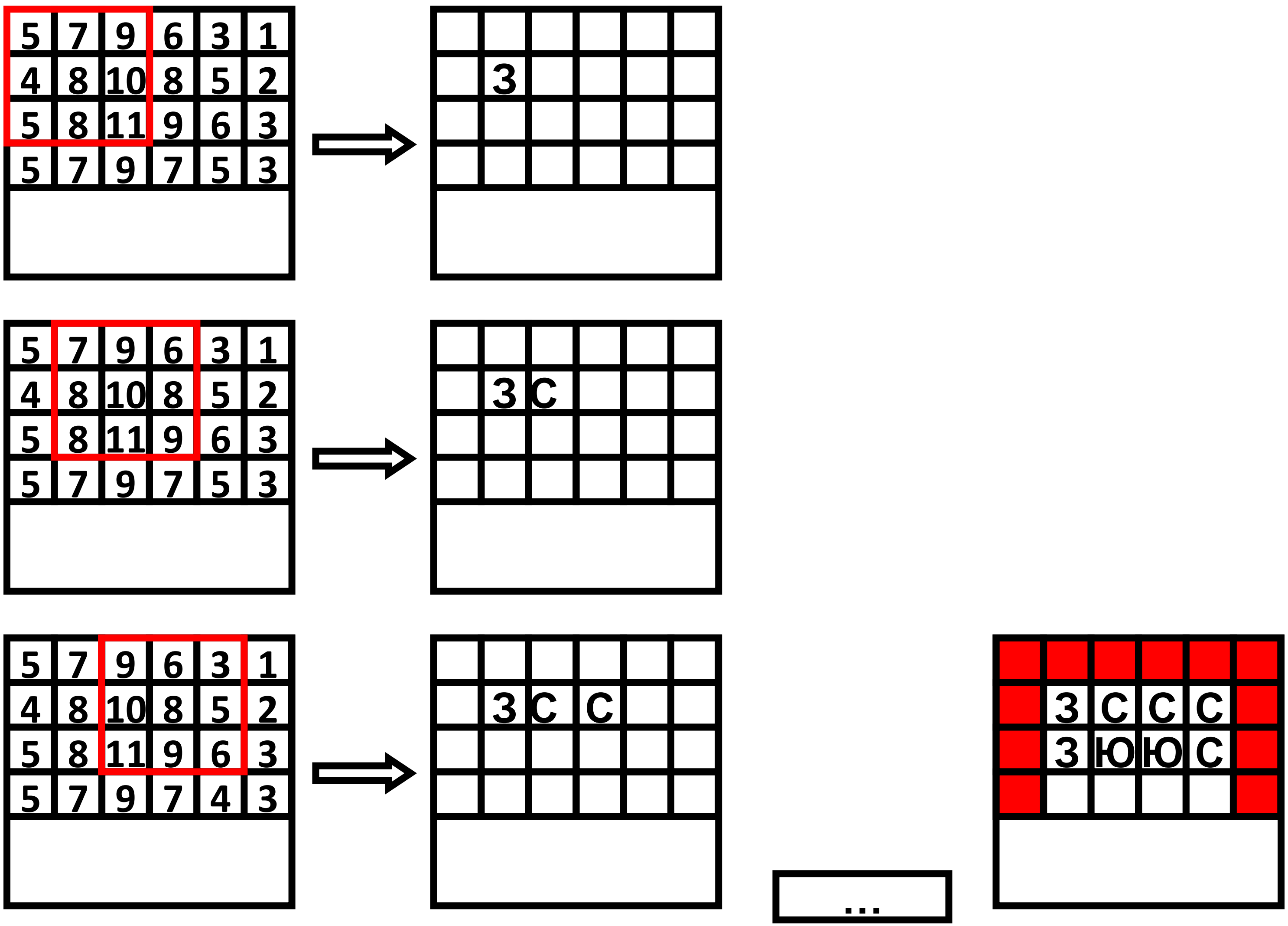
- Готовая цифровая модель рельефа способна обеспечить решение самых разнообразных задач. Первая группа задач связана с нахождением по ЦМР высот произвольных точек. Обычно на растровую модель наносится искомая точка, высота пиксела, в который она попадает, наследуется и самой точкой. При необходимости (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



Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Расчёт показателей рельефа



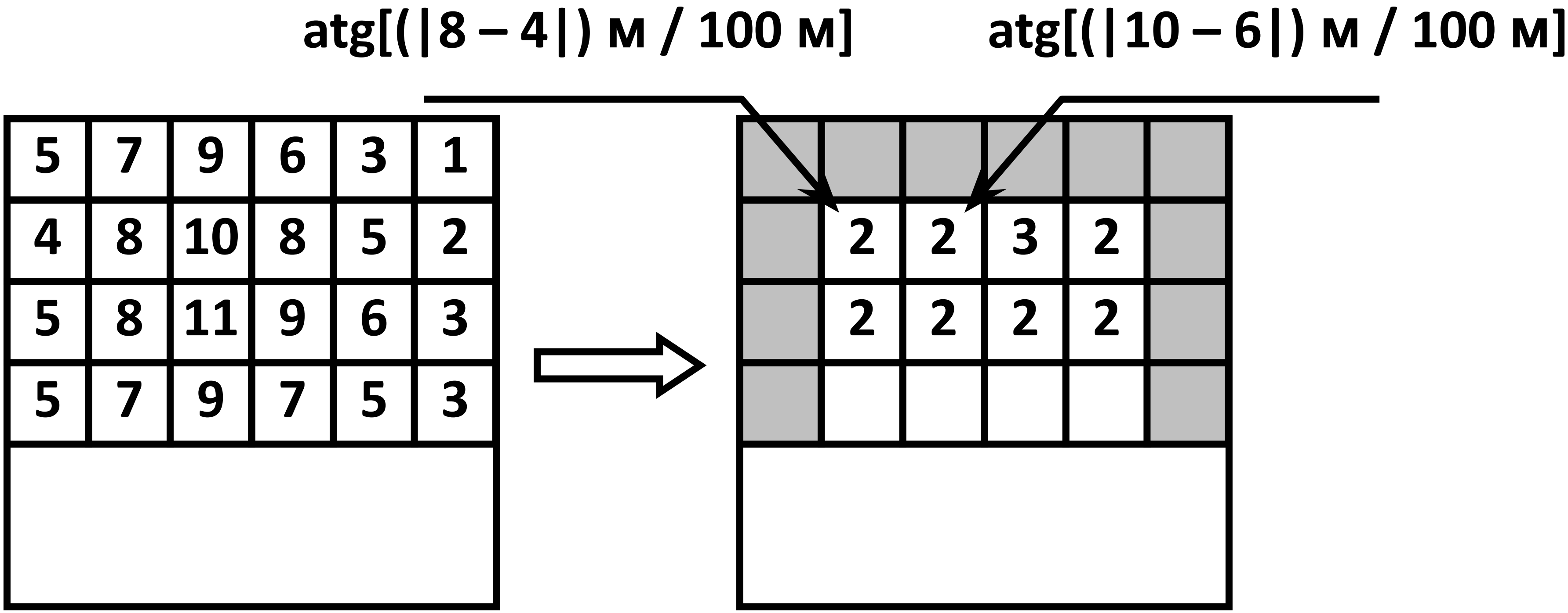
Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Расчёт показателей рельефа

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

$$\alpha = \arctan\left({}^{\Delta h}\!/_{l}\right)$$

- 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.

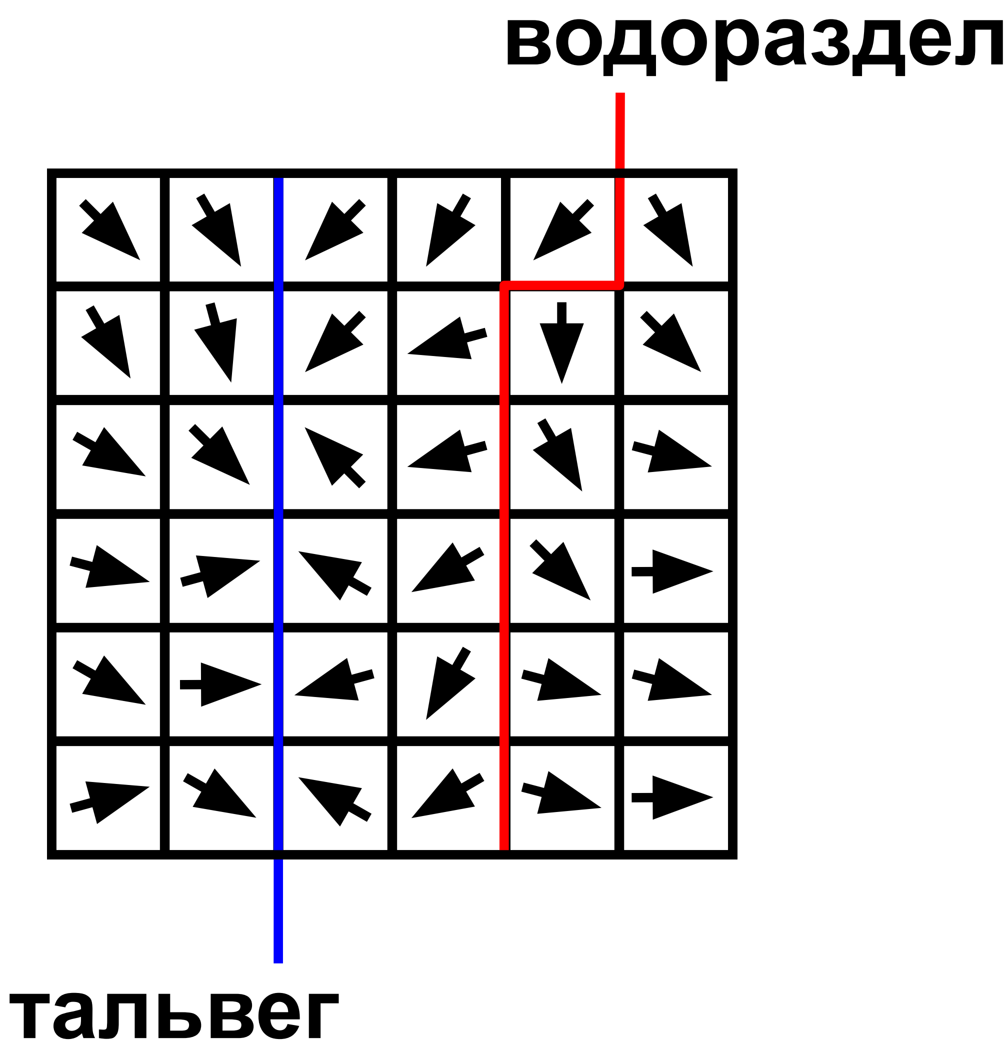
Задачи, решаемые с помощью ЦМР. Экспозиция склона



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.5

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

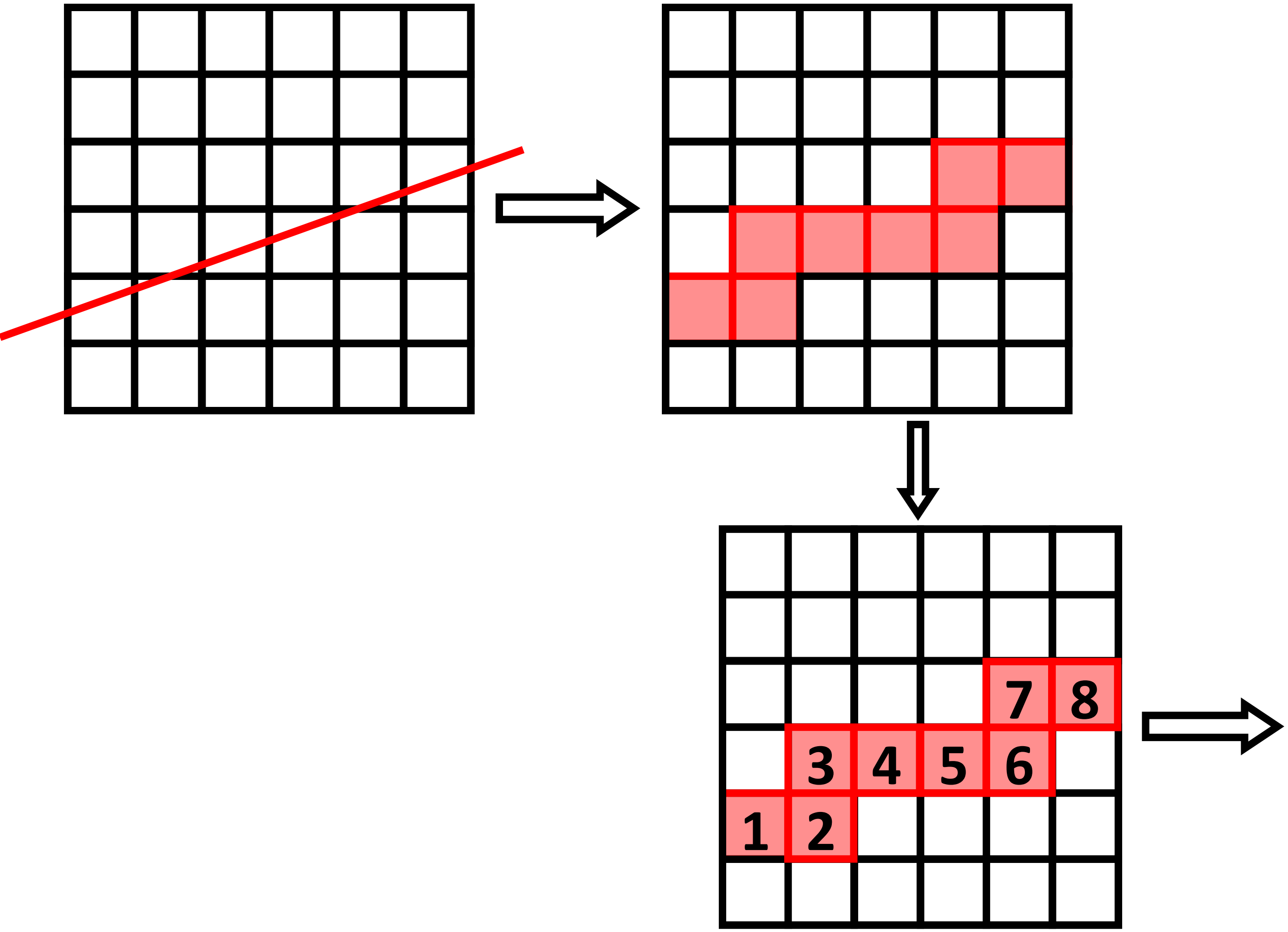
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.5.1



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.6

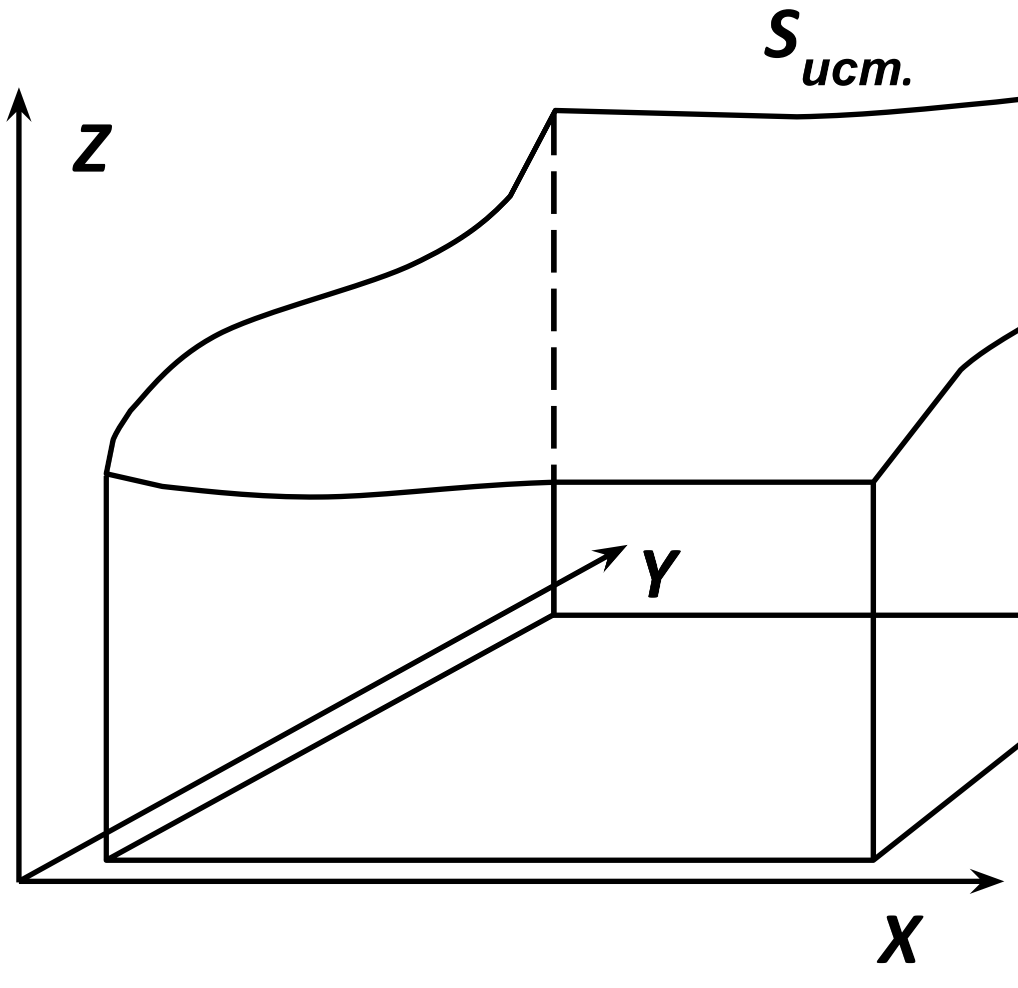
- Следующий круг задач связан с построением профилей высот (орографические профили) по направлению прямой или ломаной линии.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.6.1



№ п/п	Z
1	z_1
2	z_2
3	z_3
…	…
8	z_8

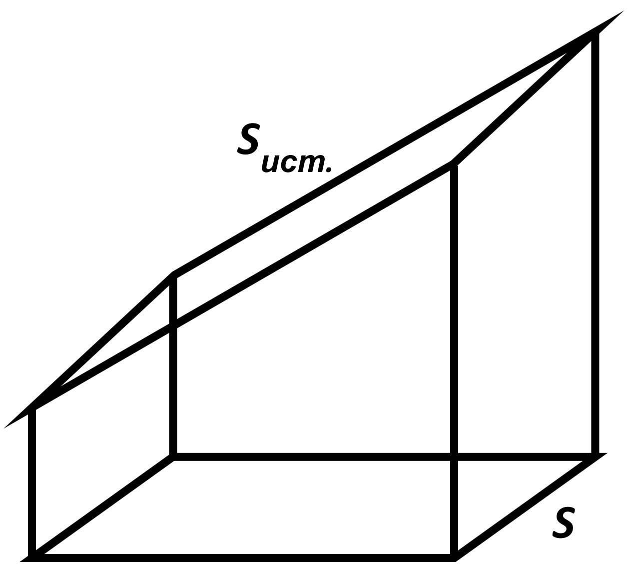
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.7



$S_{ист.} < S$

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.

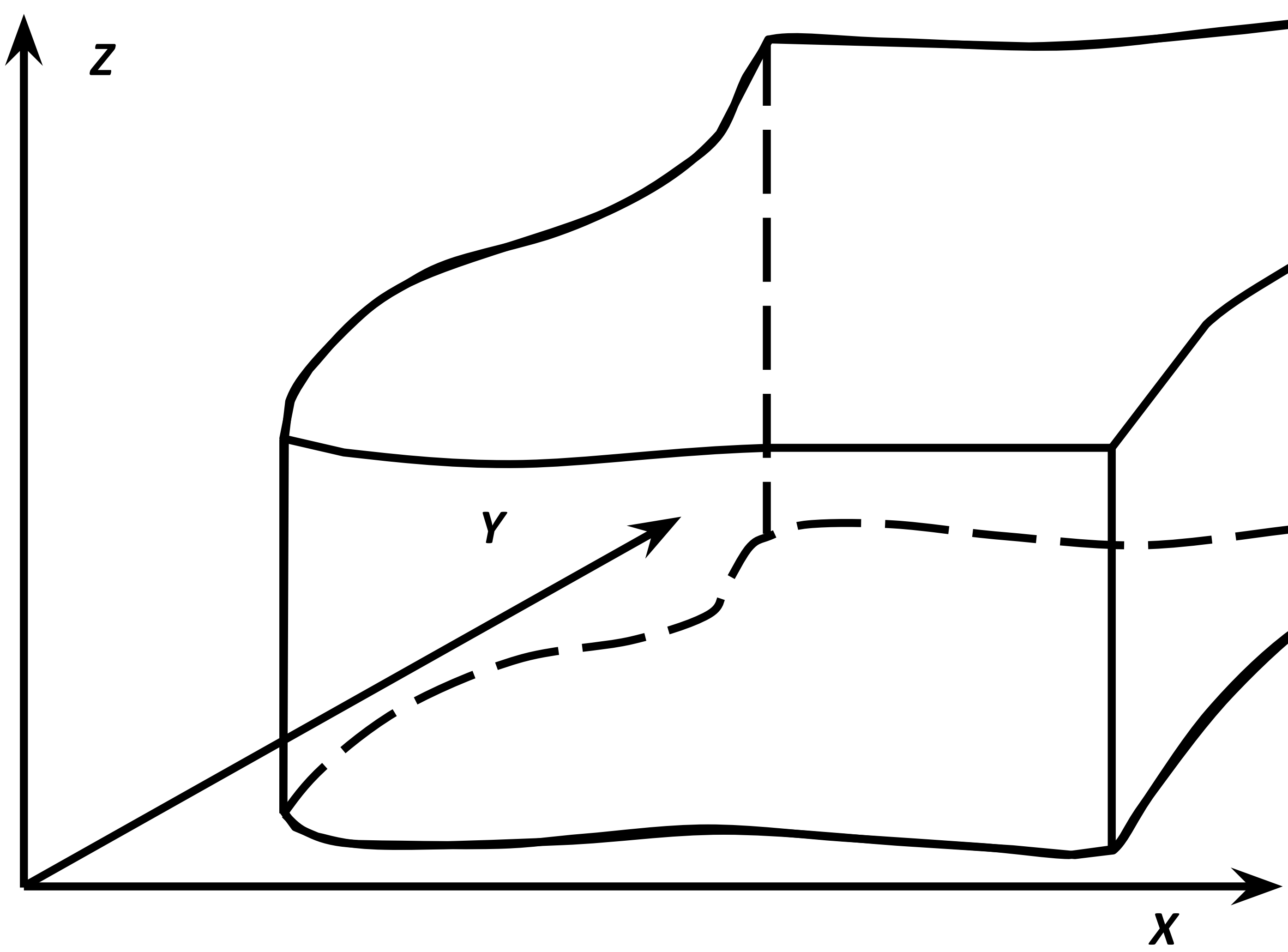


$$S_{ист.} \sim \frac{S}{\cos\alpha}$$

при $\alpha = 0°$: $S_{ист.} = S$;

при $\alpha = 90°$: $S_{ист.} \to \infty$

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 поверхность

–

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

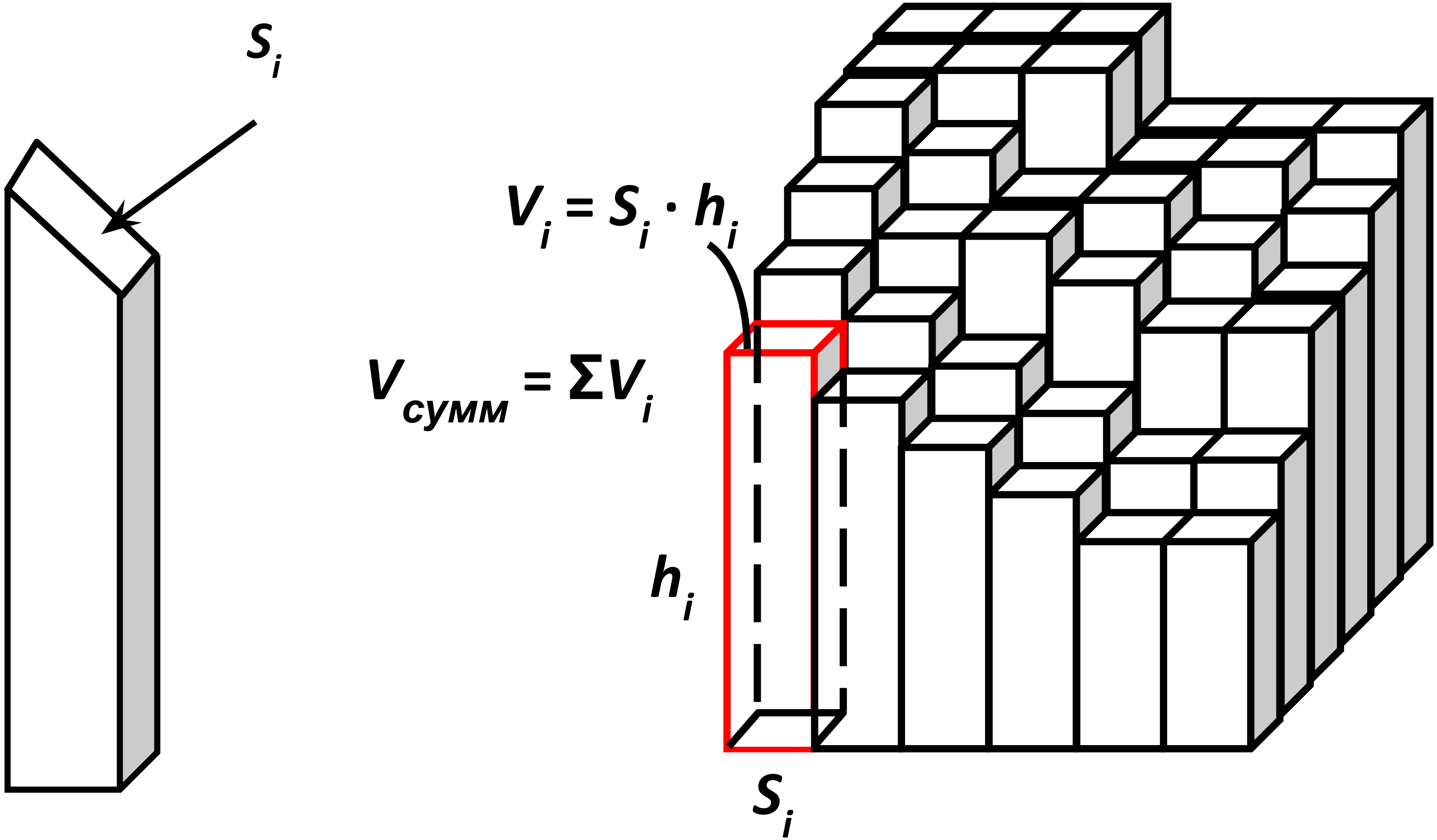
нижняя поверхность

=

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

результирующая поверхность

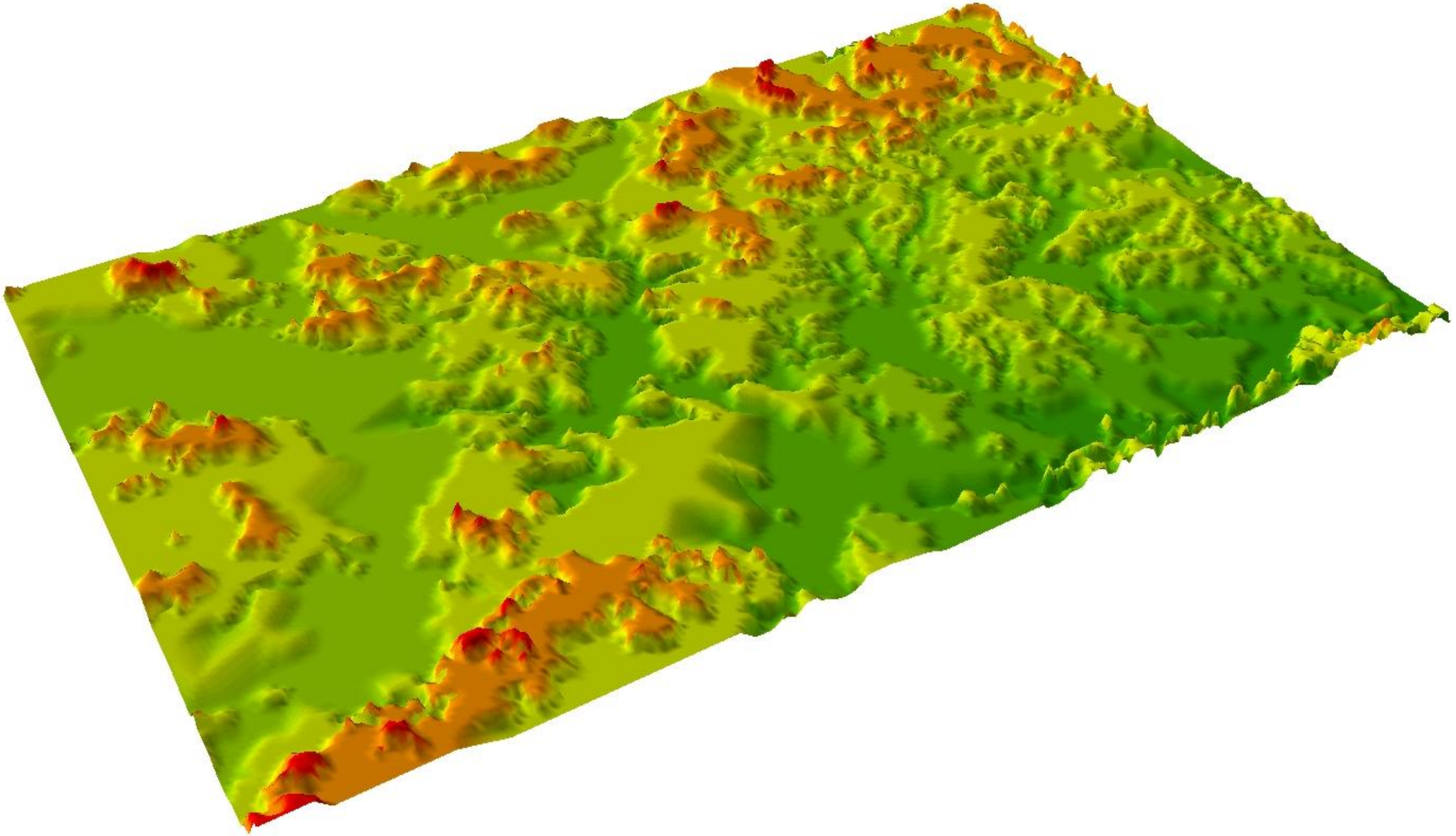
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.8.2



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9

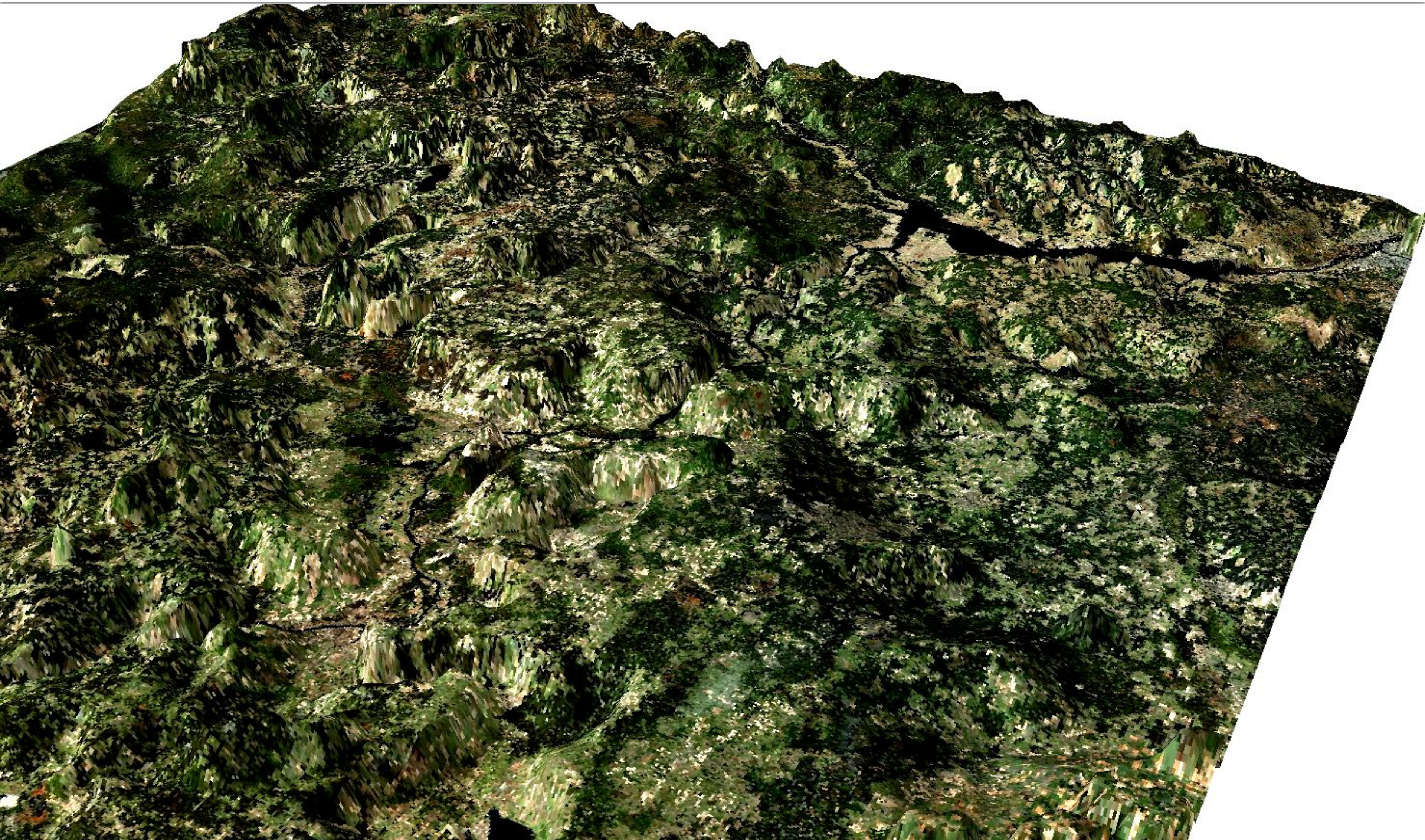
- Другая широко распространенная функция работы с ЦМР – трехмерная визуализация в виде блок-диаграмм, светотеневой отмывки и т.п.

Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.1

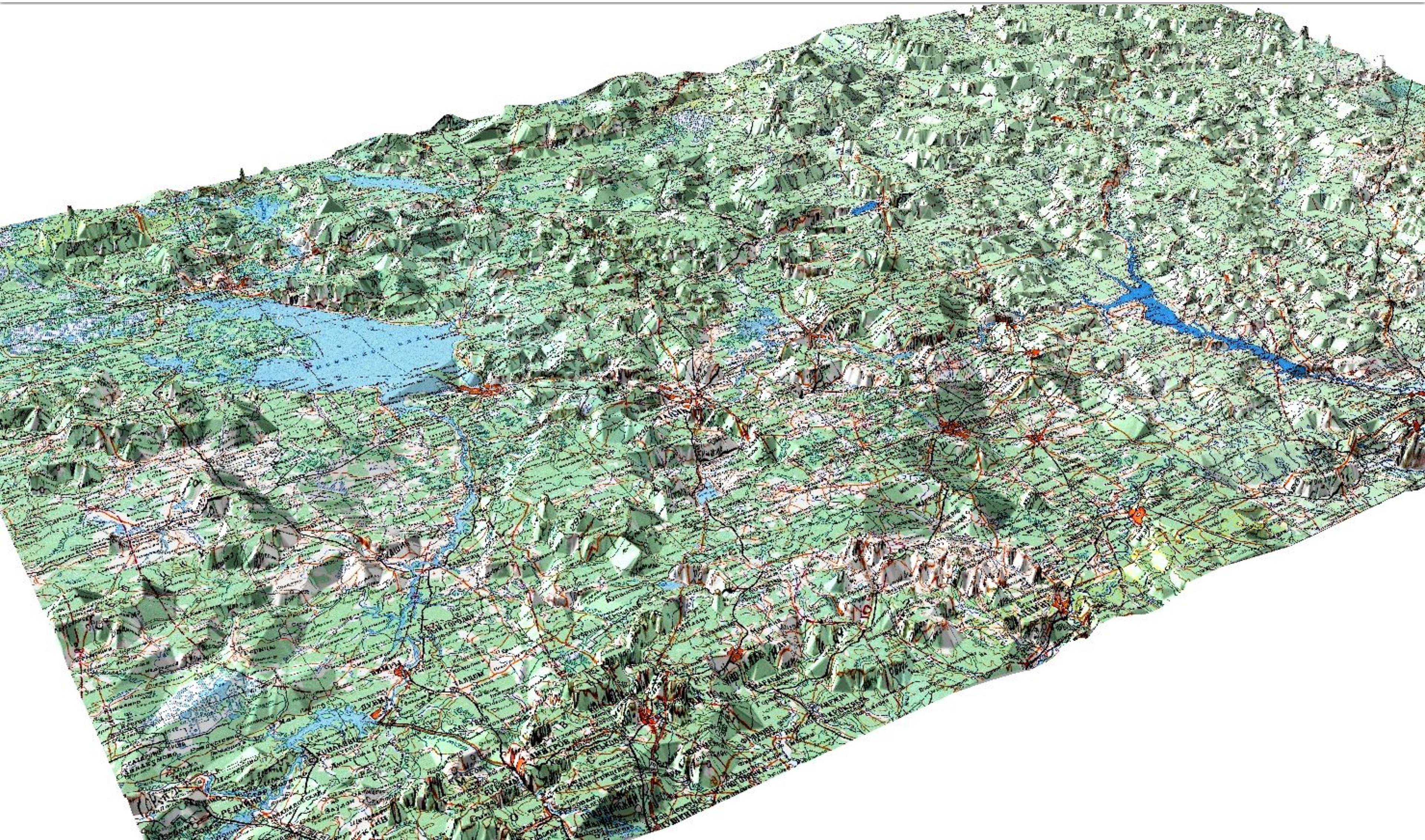


Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2

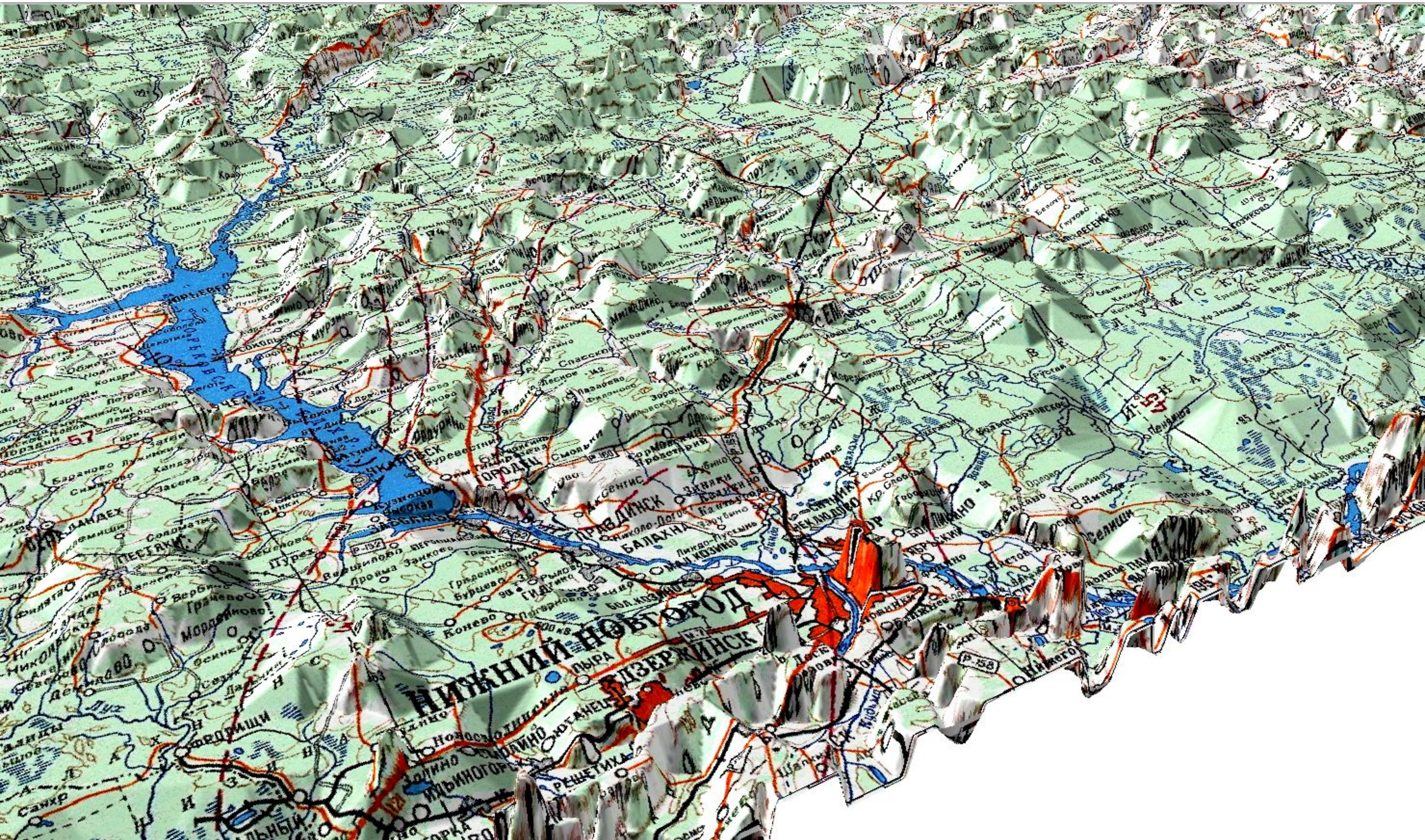
Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2



Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2

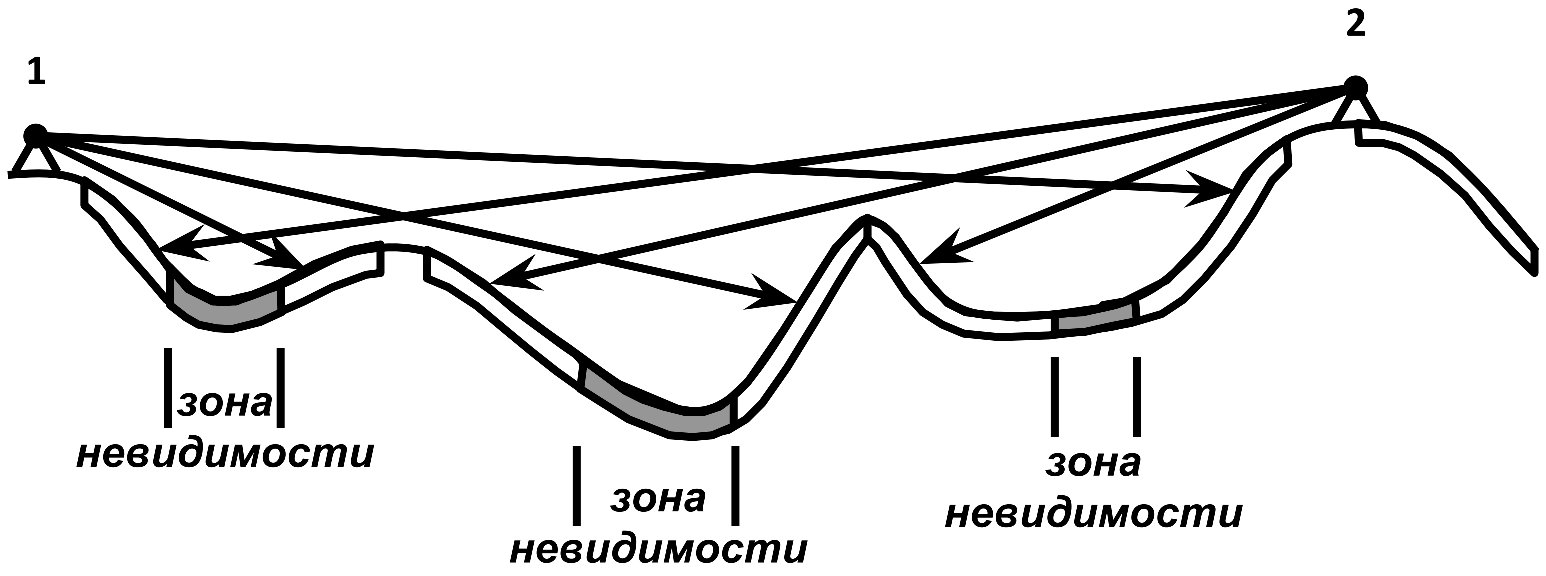


Задачи, решаемые с помощью ЦМР.9.2

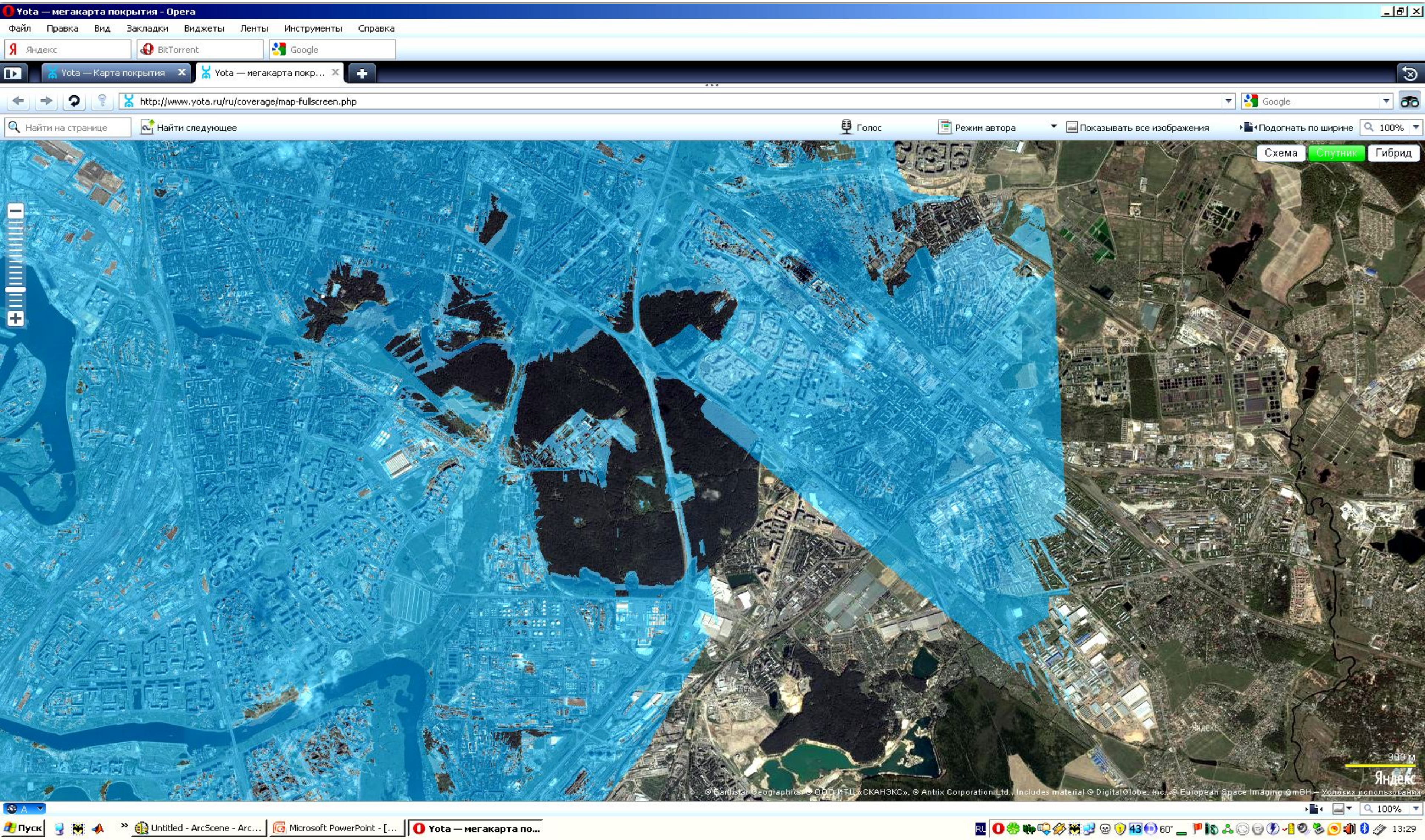


Задачи, решаемые с помощью ЦМР.10

- 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_2kz
2	P_2kz
3	P_2ur
4	P_2kz
5	P_2uf
6	P_1ass
7	P_2kz
8	P_2uf

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

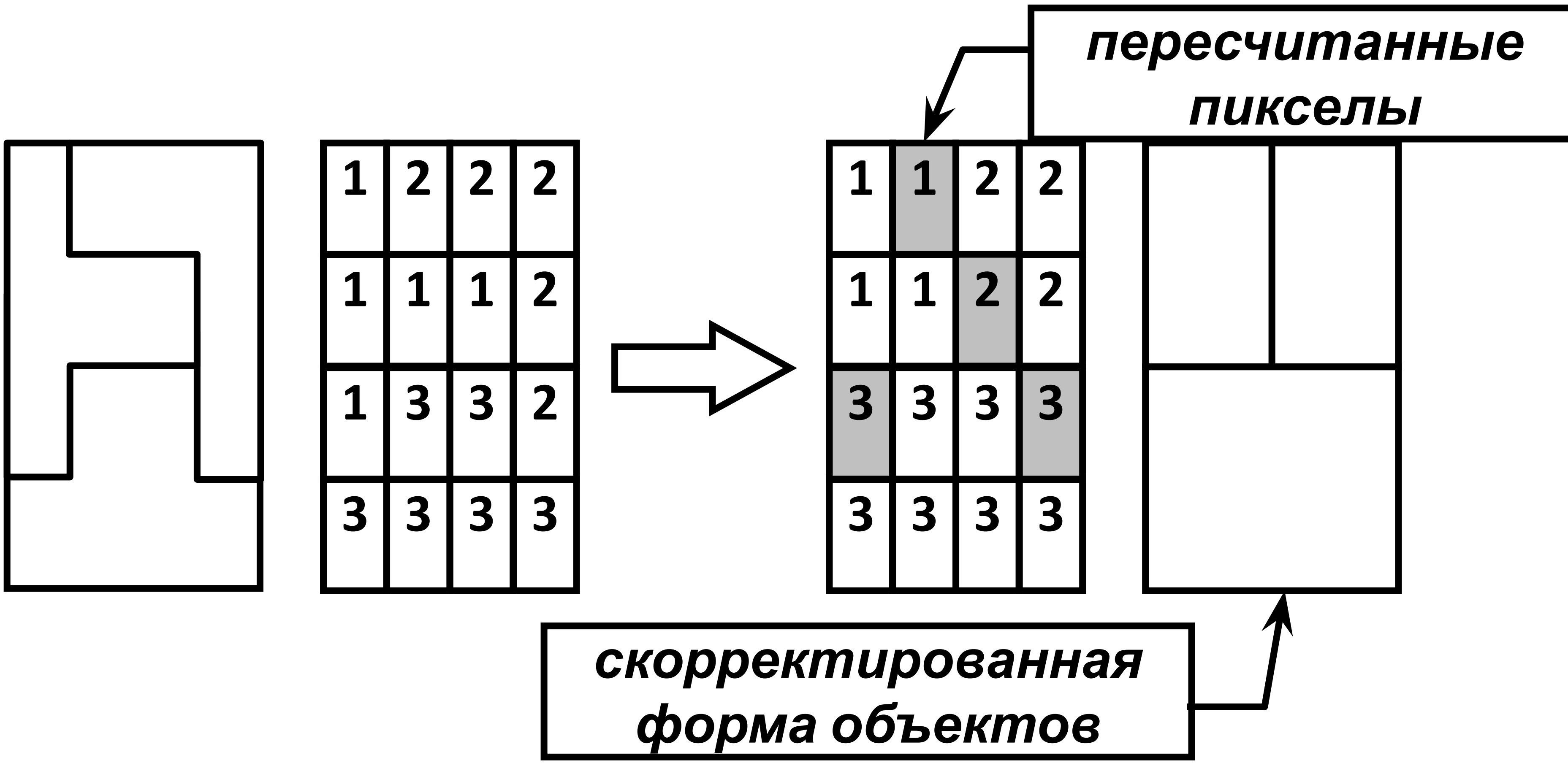
Геометрическая генерализация

- 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.

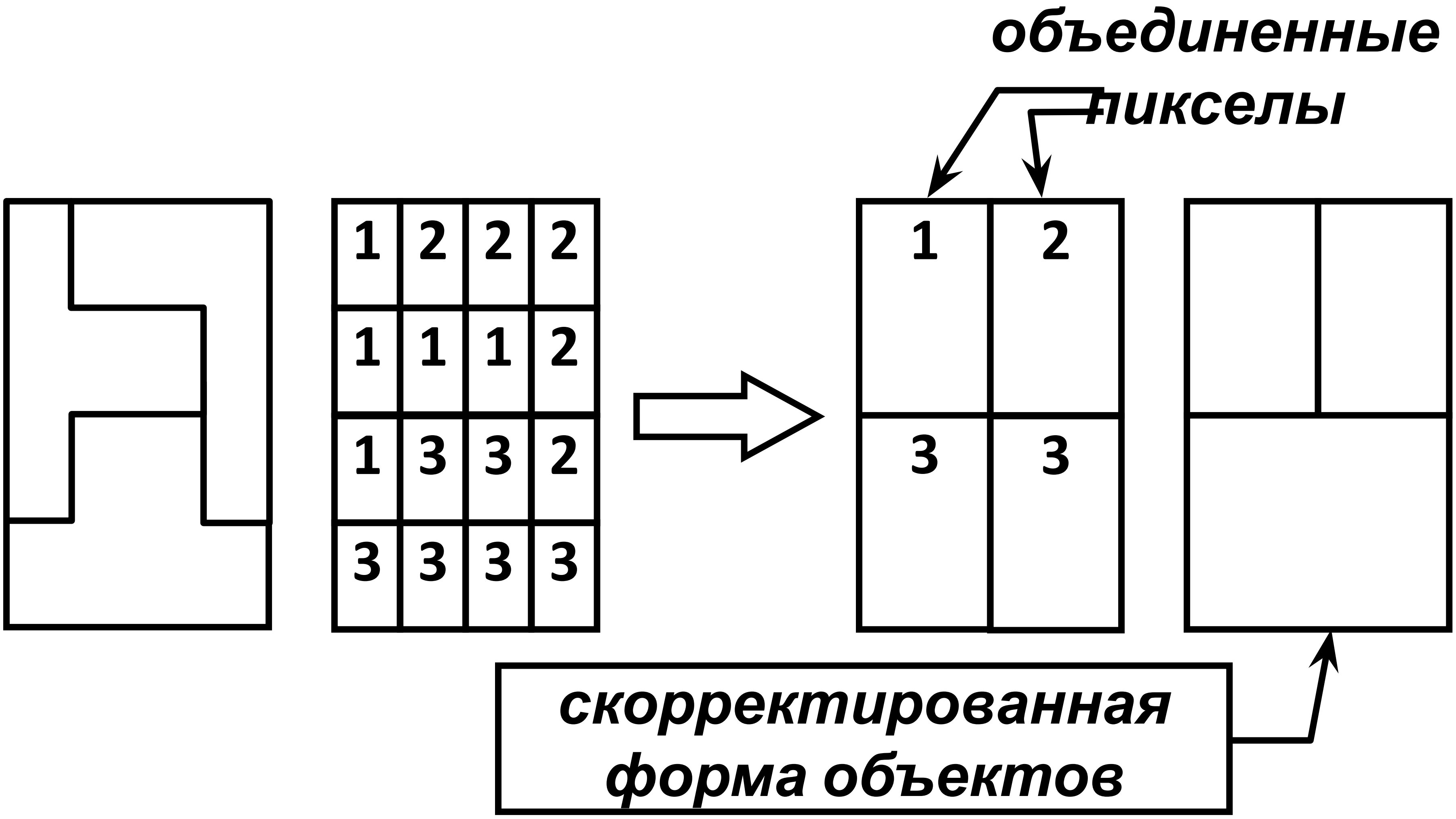
Генерализация растрового формата

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

Генерализация растрового формата .1



Генерализация растрового формата.2



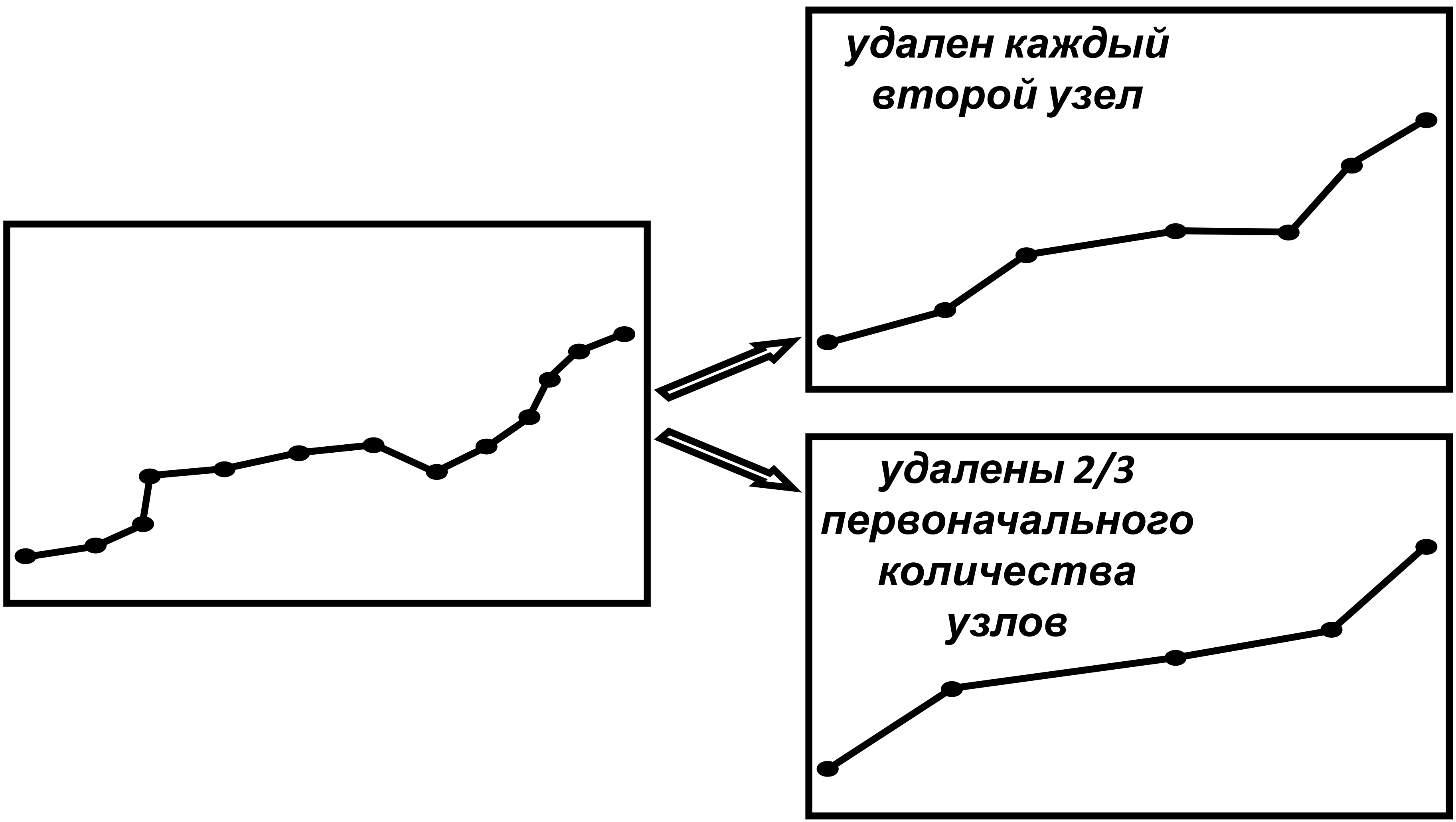
Генерализация векторного формата

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

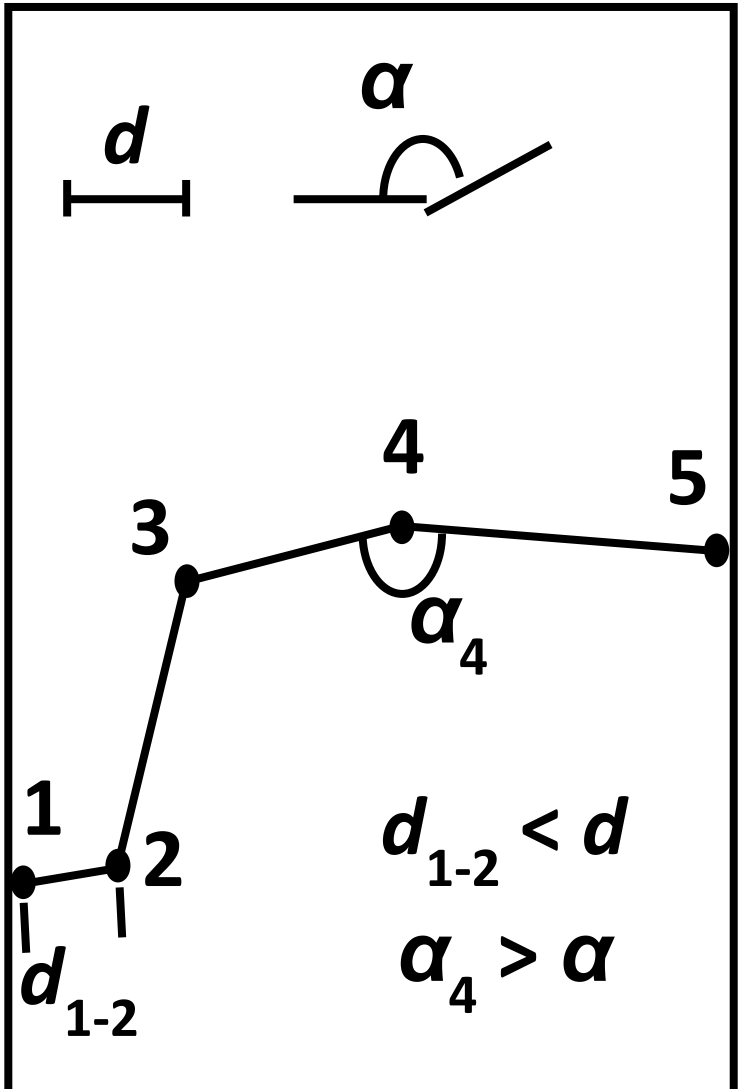
Упрощение

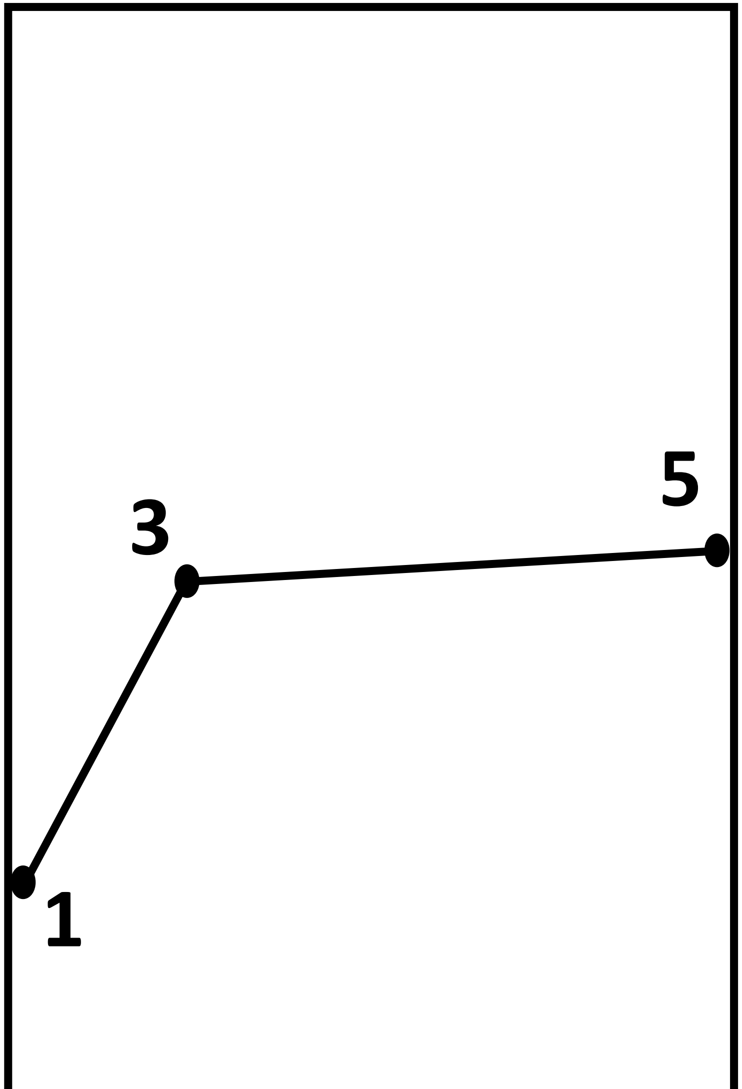
- В лучшей степени разработаны приемы упрощения: они лучше формализуются и к ним чаще приходится прибегать при автоматизированной генерализации. В зависимости от критериев выбора точек на удаление все они делятся на три группы алгоритмов.
  - *Алгоритмы независимых точек*
  - *Алгоритмы локальной обработки*.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

Упрощение.1

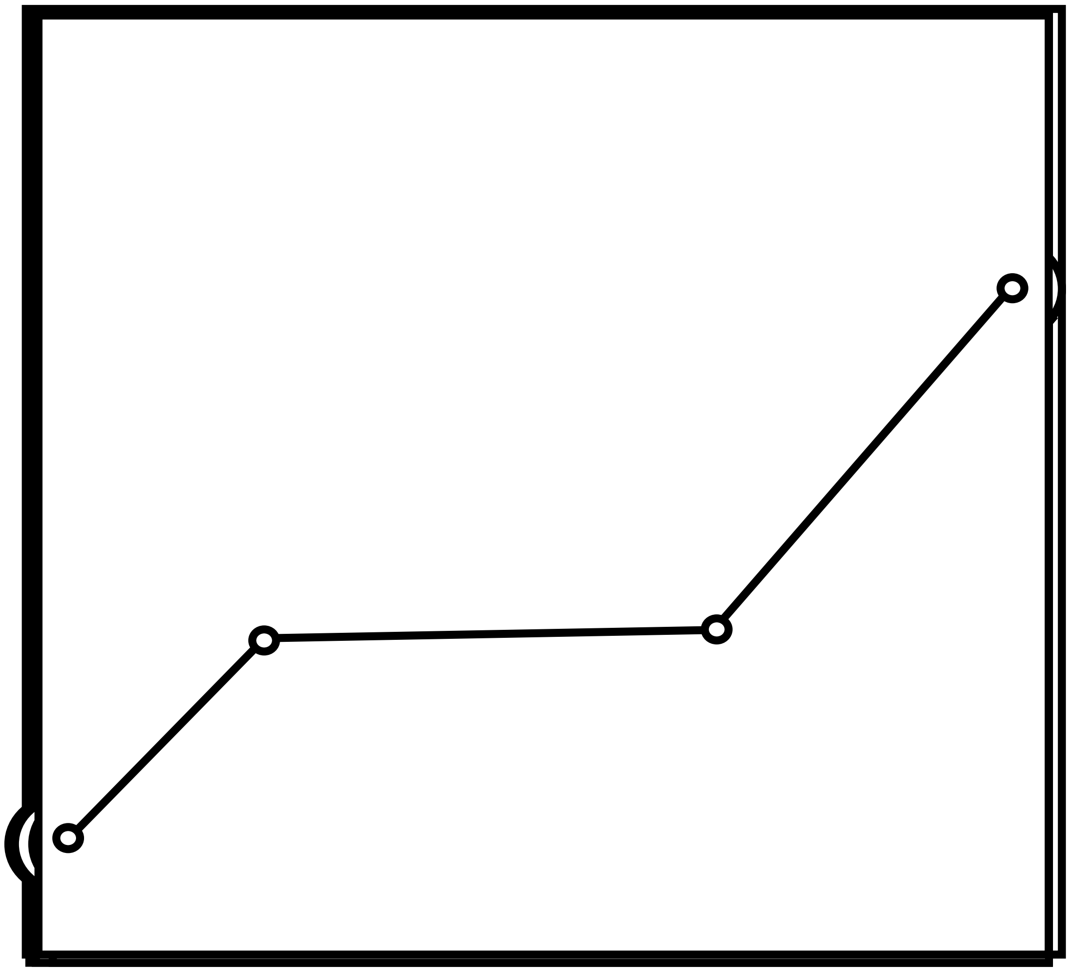

удален каждый второй узел
удалены 2/3 первоначального количества узлов

Упрощение.2

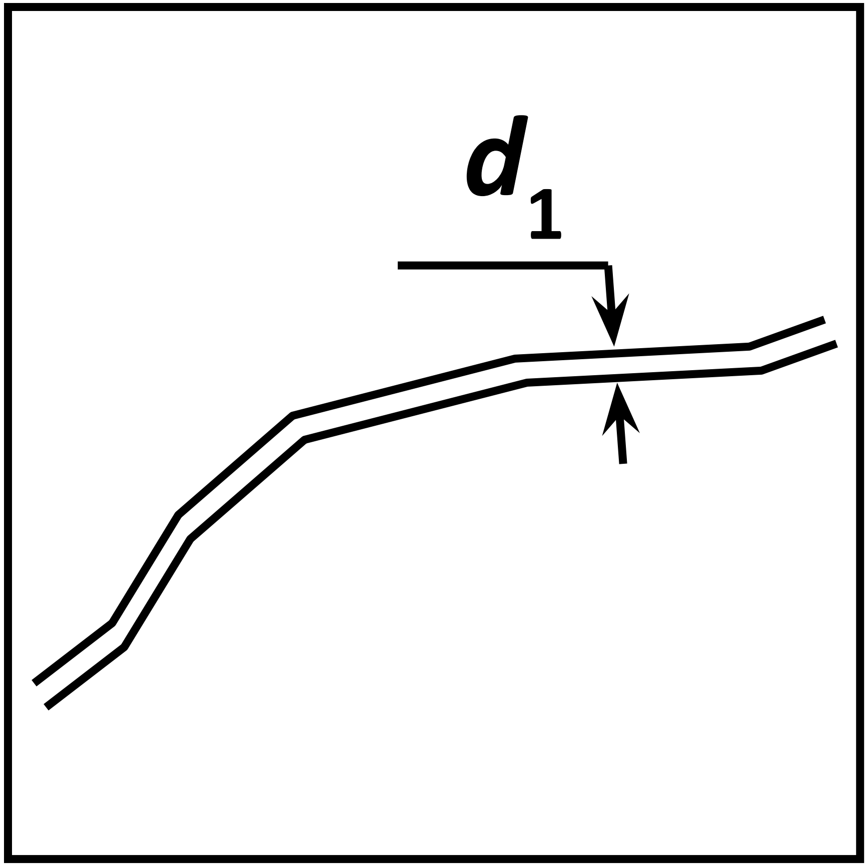




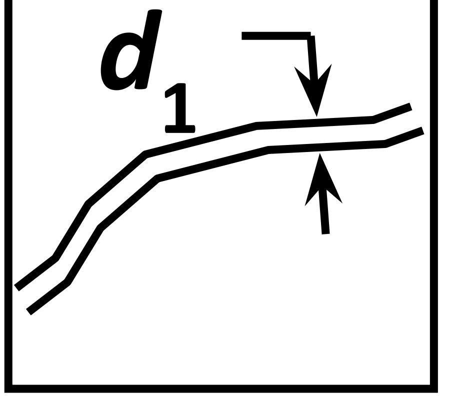
Упрощение.3



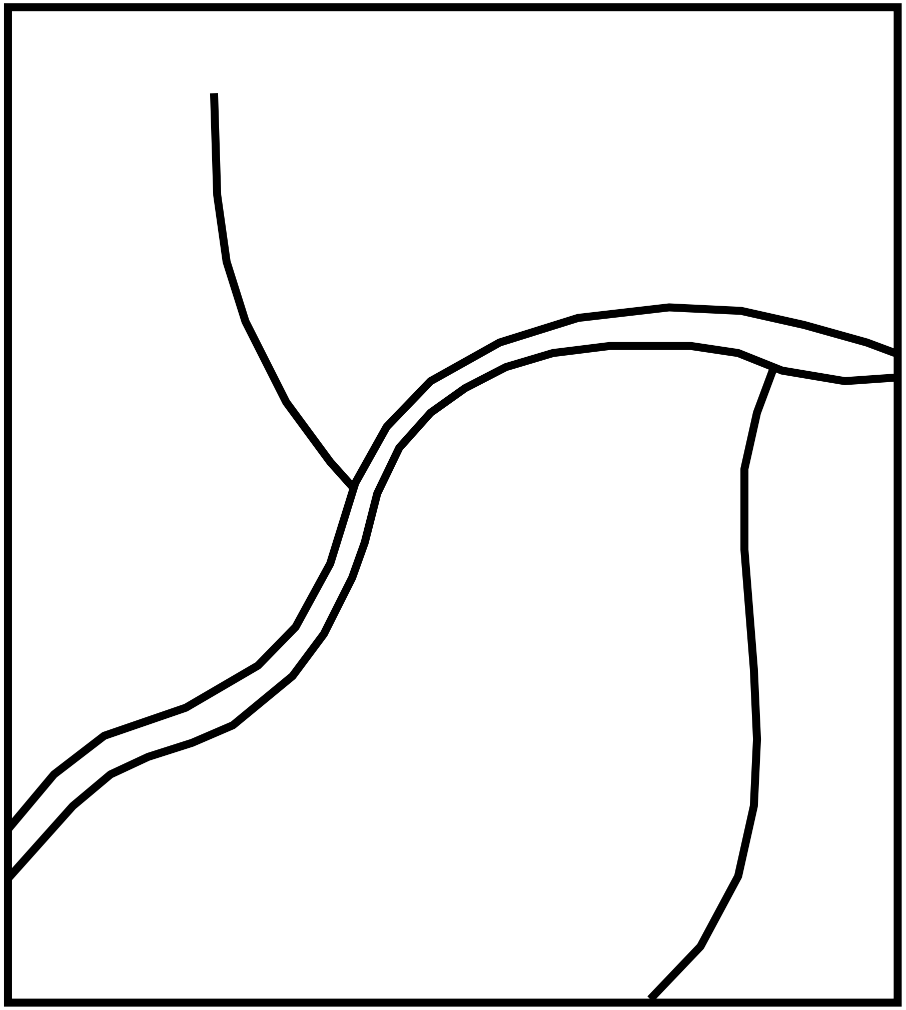
Перемещение

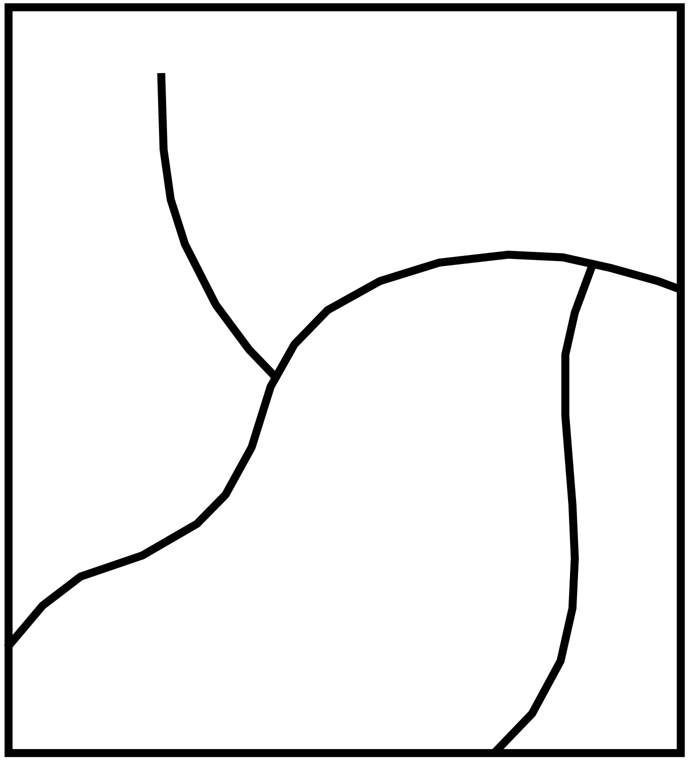


перемещение

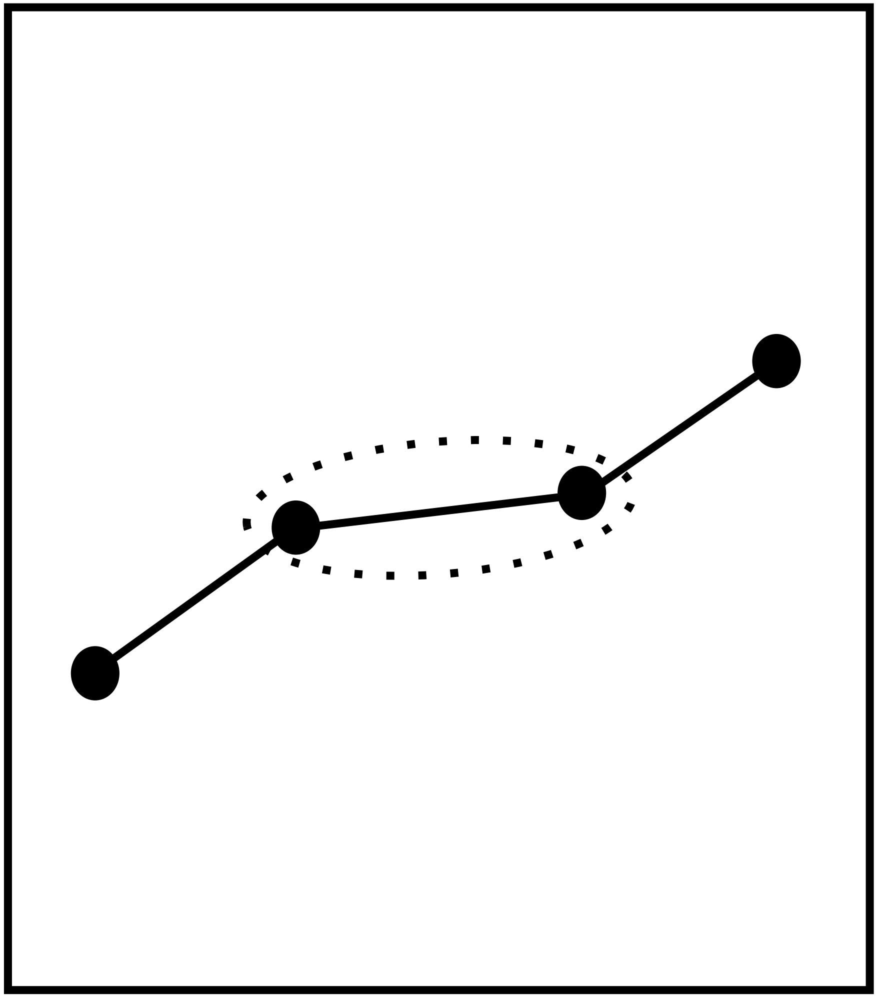


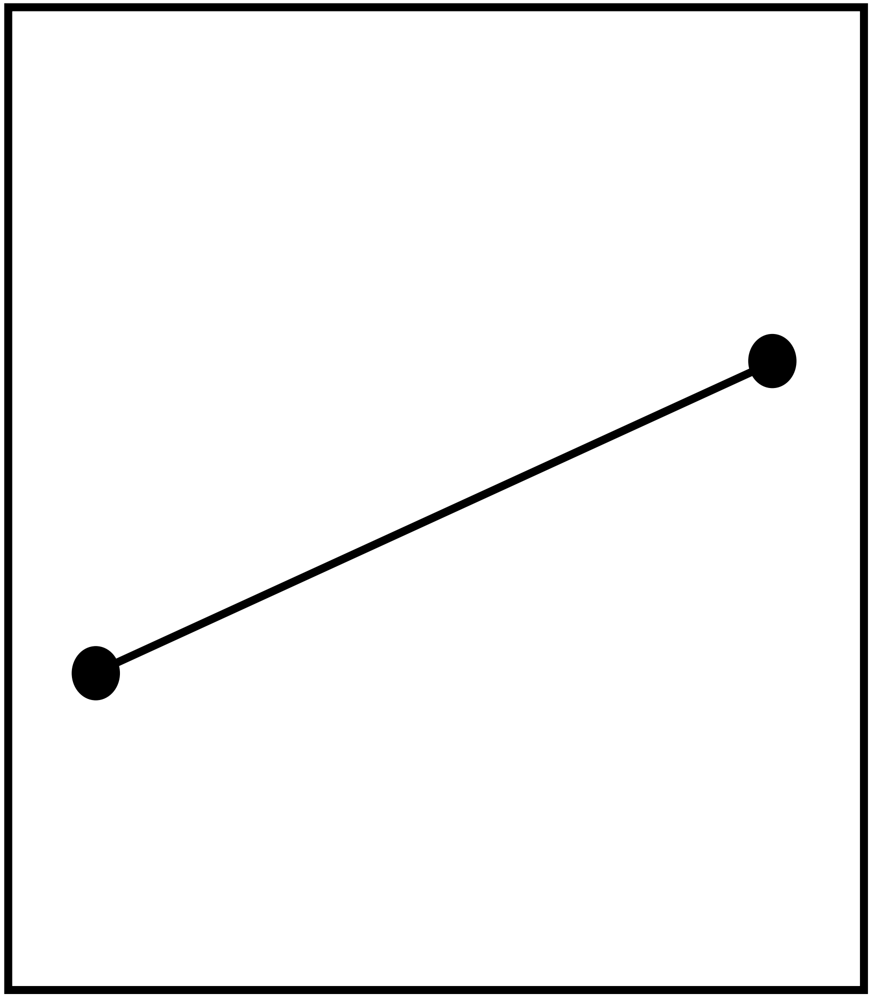
Слияние



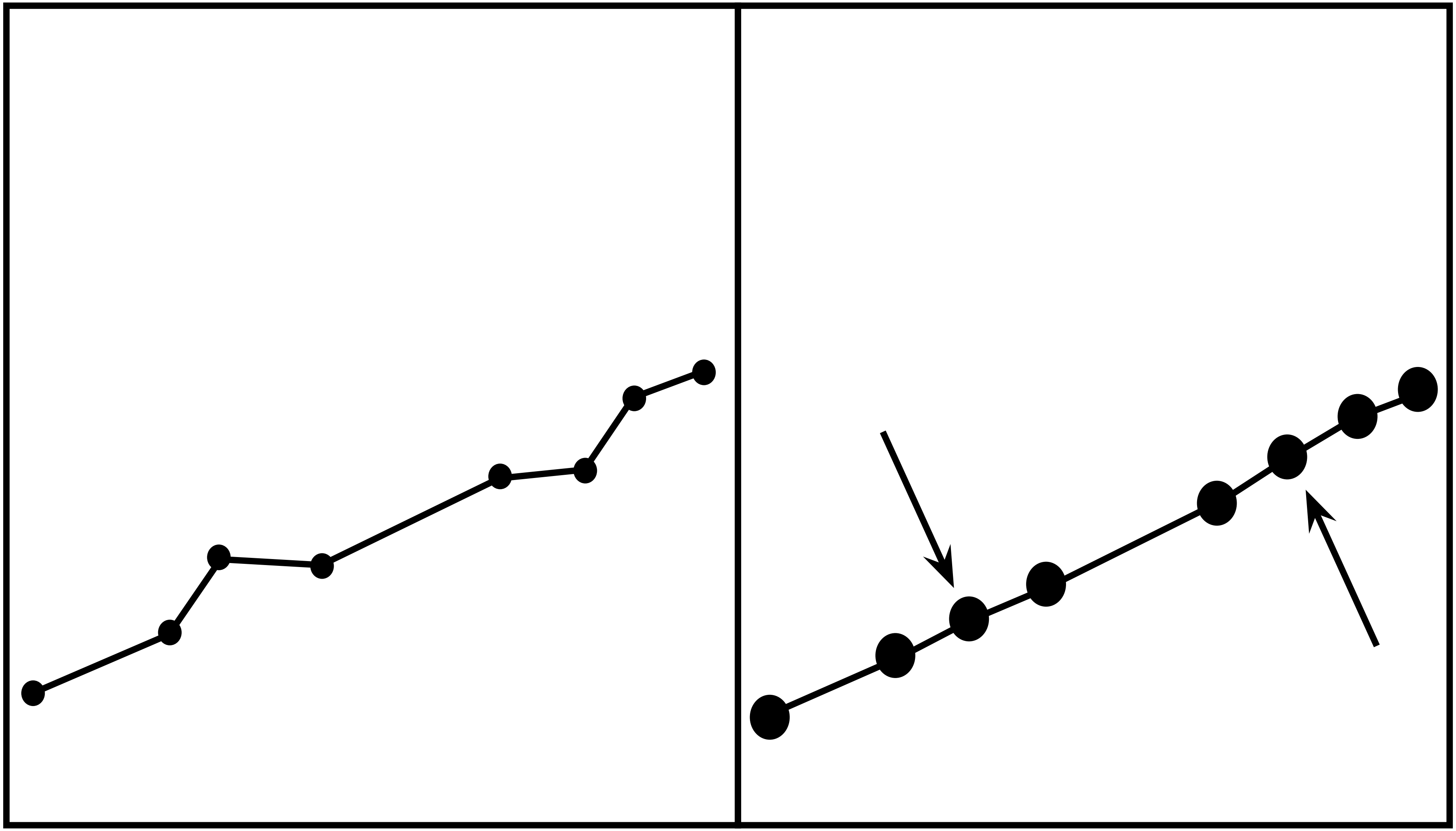


Корректировка





Сглаживание

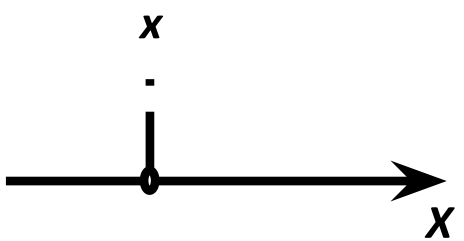


Проверка качества генерализации

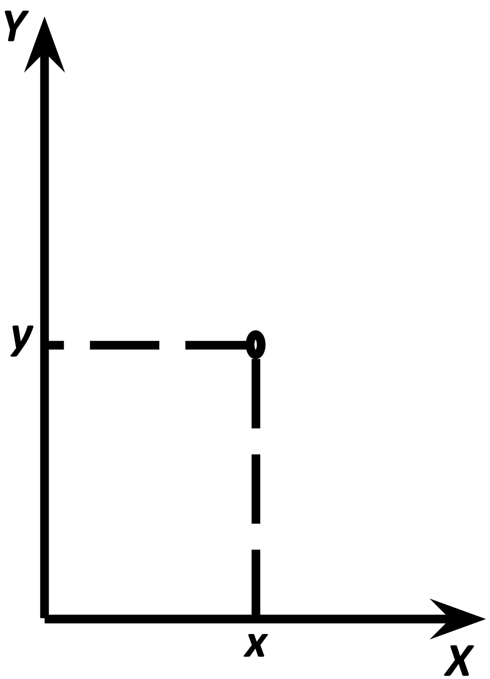
- Последним важным этапом генерализации является оценка ее качества. **Единственным объективным критерием такой оценки служит субъективное мнение картографа**. Только его компетенция, опыт и профессиональная интуиция могут служить мерой корректности картографической (в т.ч. автоматизированной) генерализации. **Каких-либо формальных критериев, отвечавших 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.**

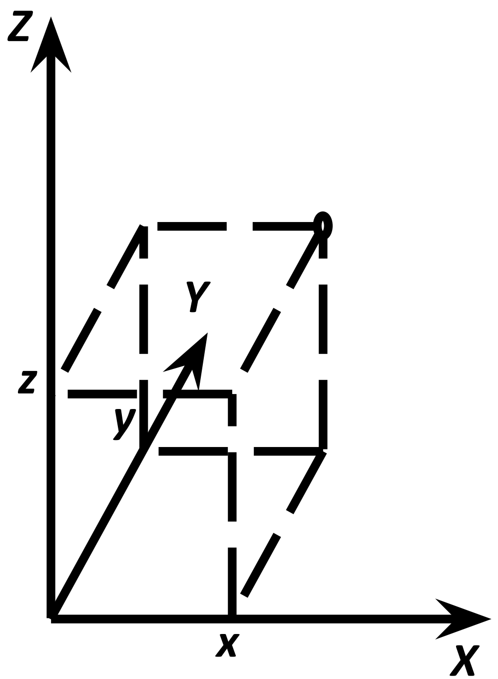
Размерность



$D_E = 1$



$D_E = 2$



$D_E = 3$

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 эвклидовой 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

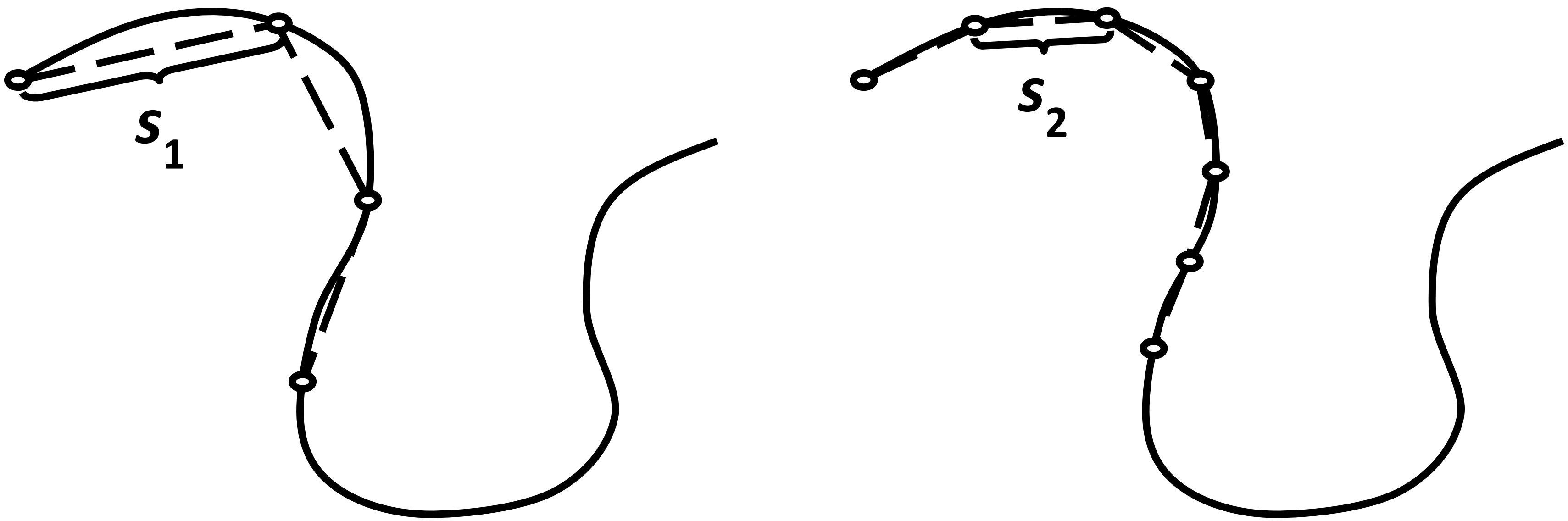
- Во фрактальной геометрии тоже действуют с точками, линиями, площадями и объемами, но не ограничиваются целочисленной размерностью, а вводят понятие фрактальной размерности D_F, которая может выражаться любым действительным числом в интервале от топологической до евклидовой размерности, включая границы: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

Расчет фрактальной размерности

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

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

Расчет фрактальной размерности.2



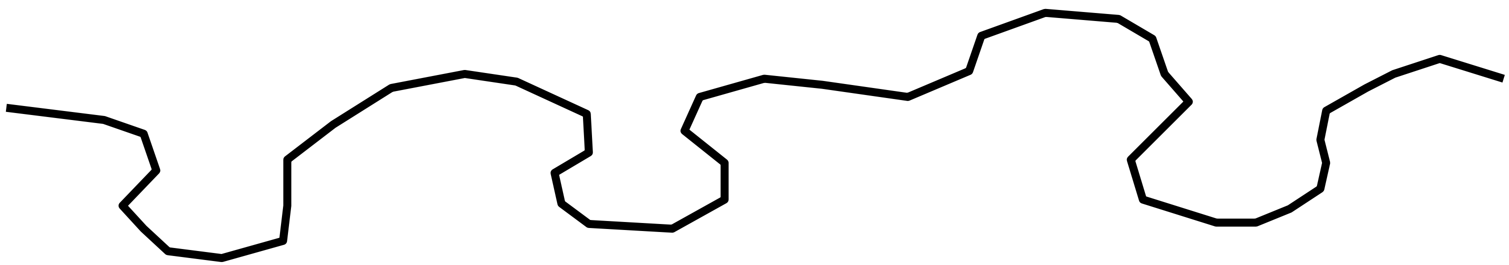
$$l_1 = \Sigma s_1 = s_1 \cdot n_1 \qquad l_2 = \Sigma s_2 = s_2 \cdot n_2$$

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

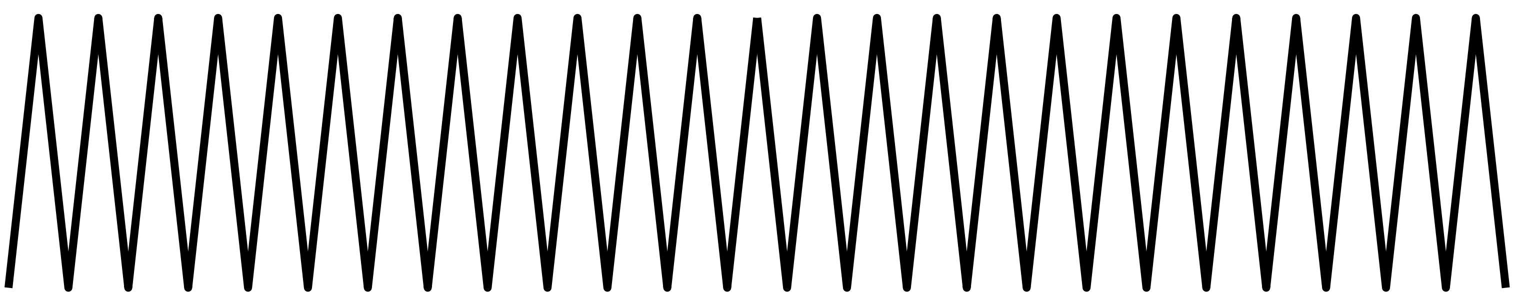
Фрактальная размерность.2

$DT = DF = 1$

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



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



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

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^{o}. После автоматизированной генерализации фрактальная размерность упрощенных линий $D_F{}'$ заново вычисляется. Если $D_F{}' \sim D_F^{o}$, то считается, что генерализация проведена корректно. В противном случае ее повторяют, но с другими параметрами и установками.