

ЛЕКЦИЯ 4

# КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

РАЗРАБОТАЛА:  
д. с.-х. н., заведующий кафедрой геодезии  
и фотограмметрии УО «Белорусская  
государственная сельскохозяйственная  
академия»  
МЫСЛЫВА ТАМАРА НИКОЛАЕВНА

# РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Картографическая генерализация и ее сущность.
2. Факторы картографической генерализации.
3. Виды картографической генерализации.
4. Геометрическая точность и географические принципы генерализации.
5. Генерализация объектов различной локализации.

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Берлянт, А. М. Картоведение / А. М. Берлянт. - М.: Аспект Пресс, 2003. - 486 с.
2. Раклов, В. П. Картография и ГИС: учебное пособие для вузов. 2-е изд. / В. П. Раклов. - М.: Академический проект, 2014. – 215 с.
3. Салищев, К. А. Картоведение / К. А. Салищев. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 400 с.

# 1. Картографическая генерализация и ее сущность

# Картографическая генерализация

Термин «генерализация» происходит от французского слова *generalisation* - **обобщение**, которое в свою очередь является производным от латинского слова *generalis*, что значит **общий, главный**. Лингвистические корни хорошо выражают картографическую сущность генерализации.

**Картографическая генерализация** - отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению и масштабу карты и особенностям картографируемой территории.

Основной **смысл генерализации** - отображение картографируемой части действительности в ее основных типических чертах и характерных особенностях.

Генерализация - **средство к выделению в геосистемах их ведущих (главных) элементов, связей и процессов, а также путь к отображению систем более высокого ранга и получению о них качественно новых знаний в результате абстрагирования и устранения информации, излишней для анализа этих систем.**

Генерализации подлежат объекты различной локализации:

1) в пунктах

2) на линиях

3) площадной  
локализации

4) рассеянного  
распространения

# Картографическая генерализация

**Генерализация** — неотъемлемое свойство всех картографических изображений, даже самых крупномасштабных.

Уже при первичной съемке местности, например, в масштабе 1:1 000, топограф интуитивно ведет генерализацию, решая, какие детали рельефа, растительности, дорожной сети следует нанести на съемочный планшет, а какие слишком незначительны или «не укладываются» в данный масштаб.

Далее при камеральном составлении карт среднего, а потом и мелкого масштабов приходится постоянно сжимать изображение, отказываясь от деталей и подробностей. В масштабе 1:100 000 1 км<sup>2</sup> местности занимает всего лишь 1 км<sup>2</sup> площади карты, на нем можно показать только основные населенные пункты, главную дорогу, реку. А в масштабе 1:1 000 000 эта площадь сжимается до 1 мм<sup>2</sup>, и на ней удастся сохранить, может быть, всего один населенный пункт, а в более мелком масштабе - 1:10 000 000 не останется места и для него.

Генерализация проявляется в обобщении качественных и количественных характеристик объектов, замене индивидуальных понятий собирательными, отвлечении от частных и деталей ради отчетливого изображения главных черт пространственного размещения.

# Картографическая генерализация

Процесс генерализации труднее других картографических процессов поддается формализации и автоматизации. Не все этапы и процедуры могут быть алгоритмизированы, не все критерии удастся однозначно формализовать.

Качество генерализации во многом зависит от понимания картографом содержательной сущности изображаемых географических (геологических, социально-экономических) объектов и явлений, умения выявить главные типичные их особенности.

Автоматизация картографической генерализации должна опираться на интерактивные, диалоговые процедуры, обеспечивающие активное участие картографа.

## 2. Факторы картографической генерализации

# Картографическая генерализация

**В самом определении генерализации указаны основные факторы, ее определяющие:**

Факторы генерализации:

- назначение карты и ее тематика

- масштаб

- географические особенности объекта картографирования

- источники и способ изображения

# Назначение карты и генерализация

**На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению.**

Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, только мешает ее восприятию, затрудняет работу с картой.

**Пример:**

Если школьная учебная административная карта предназначена для демонстрации на классной доске, то на ней сохраняют лишь самые важные элементы содержания (крупные города, границы). Их изображают крупными знаками со значительным обобщением без излишней детализации.

Если же аналогичная административная карта имеет справочное назначение и используется в настольном варианте, то она должна содержать максимум возможной для данного масштаба информации об административном делении, населенных пунктах, путях сообщения.

# Назначение карты и генерализация

**Тематика и тип карты непосредственно указывают на главные, существенные элементы содержания карты, определяют, какие элементы следует показывать на карте с наибольшей подробностью, а какие можно более или менее существенно обобщить или даже совсем не изображать.**

## ПРИМЕР:

На геологической или почвенной карте очень важно детально изобразить гидросеть — она непосредственно связана с темой карты. Зато можно сильно генерализировать дороги и населенные пункты, оставив лишь некоторые для общей ориентировки, а административные границы можно совсем исключить.

На картах экономической тематики, напротив, необходимо подробно показать населенные пункты, пути сообщения и административное деление.

# Назначение карты и генерализация



## Пример влияния назначения карты на генерализацию картографических изображений

фрагмент настенной школьной (а) и настольной справочной (б) карт одной и той же территории

Карты разного типа также имеют различную генерализацию. Наиболее подробны аналитические карты инвентаризационного типа, а наиболее обобщены и генерализованы синтетические карты (например, карты районирования) и в особенности карты-выводы, карты-умозаключения. Они по самой сути своей не предполагают особой детальности.

# Масштаб карты и генерализация

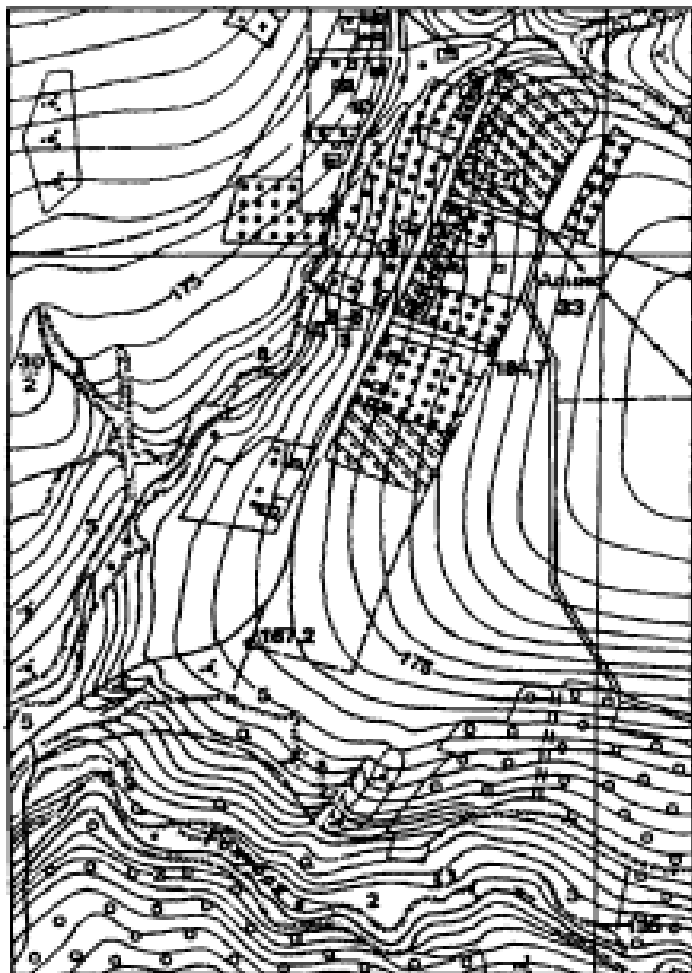
**Масштаб карты определяет ее пространственные пределы.** Карты крупного масштаба изображают в рамках отдельных листов (практически употребляемых порознь или путем соединения вместе их небольшого числа) сравнительно малые территории, тогда как листы мелкомасштабных карт охватывают значительные пространства.

**Различный пространственный охват влечет за собой различную оценку деталей.** То что будет важной деталью для территории малого размера (географического района), то для территории значительно большей (географической области или страны), включающей район как одну из составных единиц, может оказаться уже второстепенным или совсем потерять свое значение.

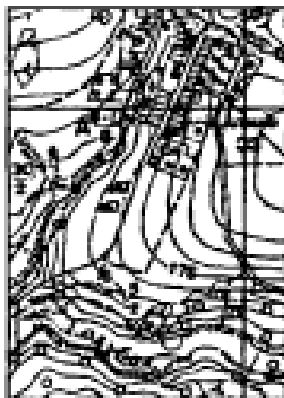
Например: районная административная карта должна подробно показать сеть местных грунтовых дорог, на карте же государства эти дороги явились бы балластом, поскольку на ней важно отчетливо видеть государственные и межобластные транспортные связи.

Это означает, что генерализация, связанная с масштабом, с уменьшением общего размера изображения, необходима не только по техническим соображениям (из-за недостатка места), но и по существу - для перехода от индивидуальных черт к родовым характеристикам и в конце концов к обобщающим понятиям глобального значения.

# Масштаб карты и генерализация



1:10 000  
Высота сечения рельефа 2,5 м



1:25 000  
Высота сечения рельефа 5 м



1:50 000  
Высота сечения рельефа 10 м

**Генерализация  
содержания  
топографической  
карты с  
уменьшением  
масштаба от 1 : 10 000  
до 1 : 50 000**

# Особенности картографируемого объекта и генерализация

Влияние этого фактора сказывается в необходимости передать на карте своеобразие, примечательные характерные элементы объектов или территории.

Например: в степных или полупустынных районах очень важно показать все мелкие озера, иногда даже с преувеличением, если они не «помещаются» в масштаб - это очень важно для засушливых территорий. В тундровых ландшафтах, где встречаются тысячи мелких озер, многие из них можно исключить при генерализации, здесь важно правильно отразить общий характер озерности территории.

С той же точки зрения важно сохранять характерные очертания объектов, например, даже на самой мелкомасштабной карте показать узкие очертания фьордов. Это один из наиболее субъективных факторов генерализации, ведь решить, что «характерно» и «типично», а что - нет, может только сам картограф-составитель, формальные критерии тут трудно применимы.

# Изученность объекта и генерализация

При достаточной изученности объекта изображение может быть максимально подробным (для данного масштаба и назначения карты), а при нехватке фактического материала оно неизбежно становится обобщенным, схематичным.

Фактор изученности тесно связан с качеством и полнотой источников, используемых для картографирования. Поэтому наиболее генерализованы карты гипотетические и прогнозные, составленные по неполным данным, когда объект недостаточно изучен и имеются лишь примерные (или не вполне достоверные) сведения о закономерностях его распространения.

# Оформление карты и генерализация

Многоцветные карты (при прочих равных условиях) позволяют показать большее количество знаков, чем карты одноцветные.



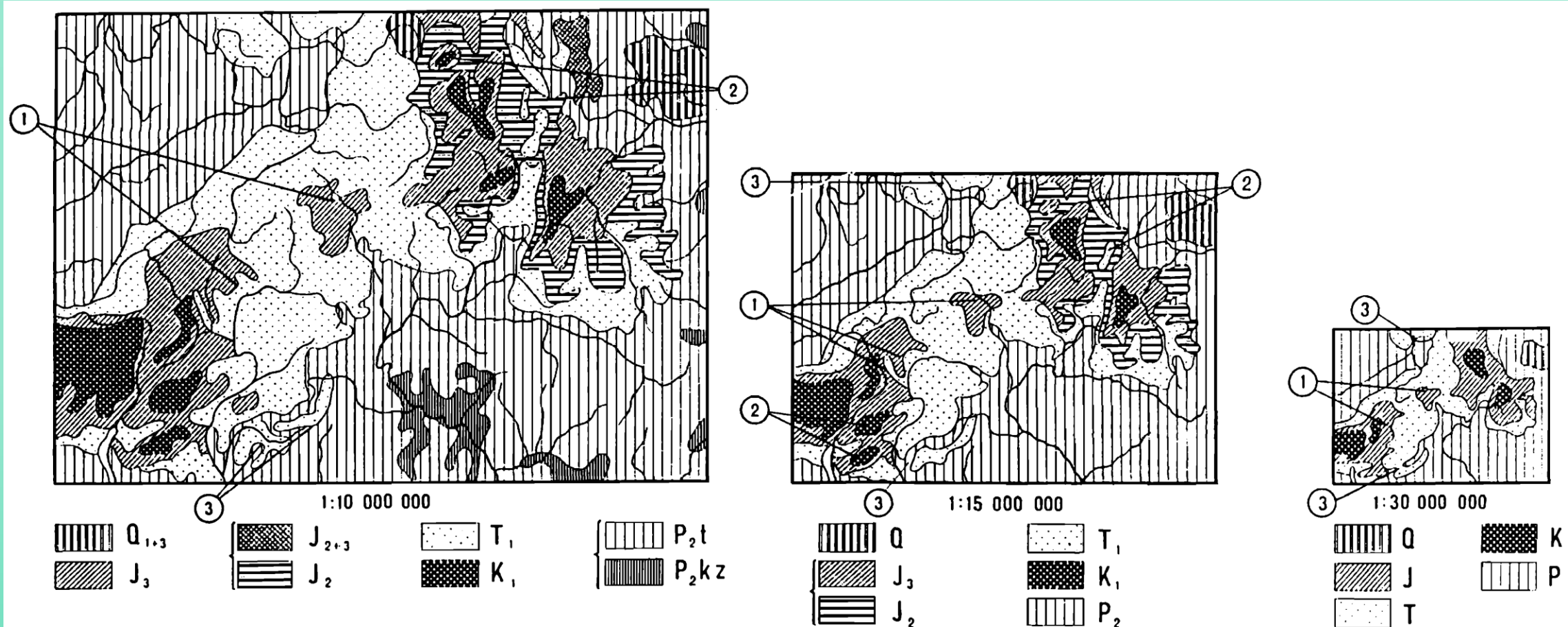
При хорошем качестве печати и правильном подборе фоновых окрасок, значков, штриховок на одной карте можно путем наложения совместить до шести взаимно перекрывающихся слоев без особого ущерба для читаемости.



На одноцветной карте или карте с ограниченным набором красок это сделать трудно или даже невозможно, следовательно, необходима генерализация содержания.

# 3. Виды картографической генерализации

# Картографическая генерализация



**Различные проявления генерализаций на геологической карте:** фигурной скобкой обозначена генерализация в легенде; 1 – упрощение плановых очертаний; 2 – отбор картографических объектов (исключение); 3 – объединение контуров.

# Виды картографической генерализации

обобщение качественных характеристик;

обобщение количественных характеристик;

переход от простых понятий к сложным;

отбор (исключение объектов);

обобщение очертаний;

объединение контуров;

смещение элементов изображения;

утрирование или показ с преувеличением.

Сложные процессы абстрагирования, связанные с картографической генерализацией, реализуются в разных видах и формах.

Они касаются обобщения пространственных (геометрических) и содержательных характеристик, качественных и количественных показателей, отбора и даже исключения изображаемых объектов.

Иногда генерализацию рассматривают как процесс абстрагирования пространства и содержания. Обычно все проявления генерализации присутствуют на карте совместно, в тесной комбинации.

# Обобщение качественных характеристик

**ОБОБЩЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК** происходит за счет сокращения различий объектов, что всегда связано с обобщением и укрупнением классификационных признаков, с переходом от простых понятий к сложным.

Обобщение качественных характеристик картографируемого явления - это обобщение (генерализация его классификации. Поэтому данный вид генерализации начинается с легенды карты, с перехода от видов к родам, от отдельных явлений - к их группам, от дробных таксономических подразделений - к более крупным.

## ПРИМЕР:

На обзорных картах вместо показа преобладающих древесных пород (как это принято на крупномасштабных топографических картах) наносят собирательный знак леса, вместо подразделения железнодорожных путей по числу колеи - единый знак железных дорог, вместо показа болот разной проходимости используют один знак заболоченной местности.

На геологических картах при переходе от крупных масштабов к более мелким обобщают стратиграфические подразделения: свиты и ярусы объединяются в отделы, затем отделы - в системы, на почвенных картах подвиды объединяются в виды, типы почв.

# Обобщение количественных характеристик

Данный вид генерализации проявляется в укрупнении шкал, переходе от непрерывных шкал к более обобщенным ступенчатым, от равномерных — к неравномерным.

Примерами могут служить увеличение сечения рельефа при генерализации топографических карт, укрупнение группировки населенных пунктов по числу жителей, объединение градаций картограмм и т.п.

На картах, выполненных точечным способом, обобщение количественной характеристики проявляется в увеличении веса точек, например, на карте животноводства одна точка изображает 500 голов крупного рогатого скота, а после генерализации — 1000 голов скота.

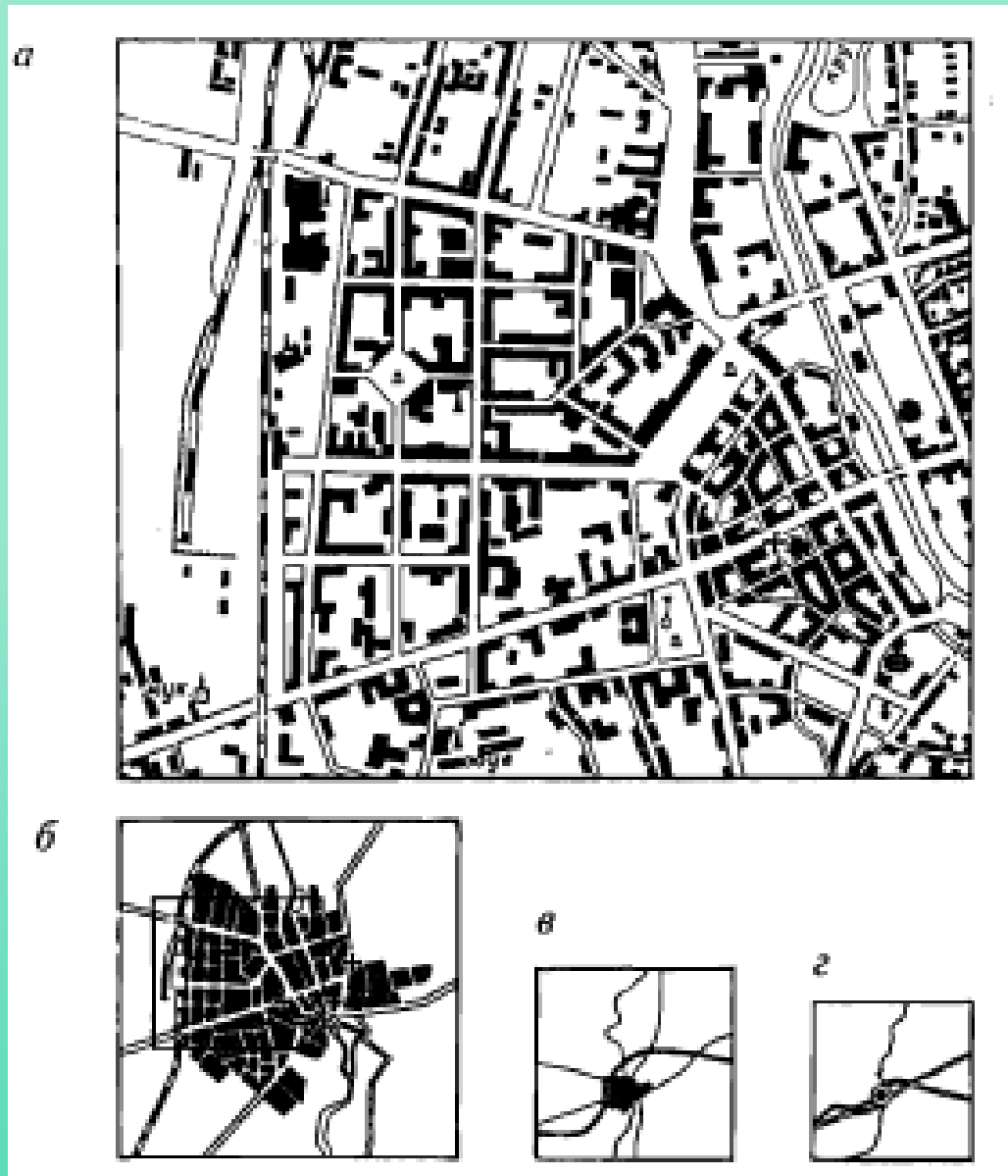
# Переход от простых понятий к сложным

Этот вид генерализации связан с введением интегральных понятий и собирательных обозначений.

Например, при переходе от крупномасштабной карты города к мелкомасштабной вначале изображение отдельных зданий заменяется изображением кварталов, потом дается лишь общий контур города, а далее — пунсон. На мелкомасштабной карте населенный пункт полностью теряет свои индивидуальные черты, пунсон характеризует лишь численность населения и административное значение города.

При генерализации геоморфологической карты знаки отдельных карстовых форм могут быть заменены общим контуром распространения карстовых процессов, на зоогеографических картах гнездовья птиц — обобщенным контуром ареала их распространения, на картах промышленности значки отдельных предприятий — обозначением промышленного центра.


# Переход от простых понятий к сложным




Генерализация населенного пункта - последовательная замена отдельных объектов (здания - а) собирательными знаками (кварталы, общий контур города - б, в) и абстрактным значком (пунсон - г)

# Отбор (исключение) объектов


**Отбор (исключение) объектов означает ограничение содержания карты только объектами, необходимыми с точки зрения ее назначения, масштаба и тематики, и снятие других, менее значимых объектов.**



Отбор всегда непосредственно связан с обобщением качественных и количественных характеристик. Он ведется в соответствии с укрупненными подразделениями легенды.



При отборе пользуются двумя количественными показателями: **цензами и нормами.**



# Отбор (исключение) объектов

**Цензовый отбор** – отбор, при котором устанавливается ценз – нижний предел значимости объекта.

Например, в программе карты могут быть заданы следующие цензы: не показывать контуры сельскохозяйственных угодий площадью менее  $4 \text{ мм}^2$  на карте; не изображать населенные пункты с числом населения менее 10000 человек или дороги классом ниже проселочных.

Цензы могут быть как количественными так и качественными.

**Нормативный отбор** – в программе карты указывают «нормы представительства», т.е. предельную плотность или густоту объектов на единицу площади. Например, в программе карты оговаривается, что в процессе генерализации контуров сельскохозяйственных угодий следует оставлять не менее 10 контуров пашни на  $1 \text{ см}^2$  карты, количество населенных пунктов на  $1 \text{ дм}^2$  карты не должно превышать 60.

**Цензы и нормы отбора устанавливаются исходя из назначения, масштаба и особенностей картографируемого региона.**

# Обобщение очертаний

Обобщение очертаний означает снятие мелких деталей изображения, отказ от небольших изгибов контуров, спрямление границ.

Это геометрическая сторона генерализации, которая проявляется в сглаживании небольших извилин рек и береговых линий, исключении изгибов горизонталей, рисующих мелкие эрозионные врезы, упрощении геологических границ, характеризующих мелкую складчатость. При этом необходимо следить за тем, чтобы обобщение очертаний не было механическим, не сводилось к формальному сглаживанию.

Генерализированное изображение непременно должно сохранять географически правдоподобный рисунок объекта, например морфологию побережья, особенности меандрирования рек, типы эрозионного расчленения, характер складчатости.

Некоторые, даже очень небольшие, детали сохраняются, если они типичны для объекта. Фьорды очень типичны для скандинавского побережья, и их следует показывать даже в самых мелких масштабах.

# Объединение контуров (выделов)

Объединение контуров (выделов) - проявление геометрической стороны генерализации, связанное с группировкой, слиянием контуров.

Выделы на карте объединяются в результате обобщения качественных и количественных подразделений в легенде, а также вследствие слияния (соединения) нескольких мелких контуров в один крупный.

Например: отдельные небольшие ареалы месторождений какого-либо полезного ископаемого в ходе генерализации могут быть объединены в один ареал, мелкие участки леса — присоединены к крупному контуру.

# Смещение элементов изображения

  
**ПРИМЕР:**

Спрямление береговой линии и исключение мелких заливчиков приводит к тому, что некоторые прибрежные поселки оказываются как бы «отодвинутыми» от берега, тогда необходимо их сместить и «придвинуть» к морю.

**Данный вид генерализации связан с обобщением очертаний и объединением контуров, при которых неизбежны небольшие сдвиги некоторых объектов относительно их истинного положения.**

Смещение часто происходит при рисовке рельефа, когда приходится укрупнять сечение рельефа.

# Отбор и обобщение элементов изображения



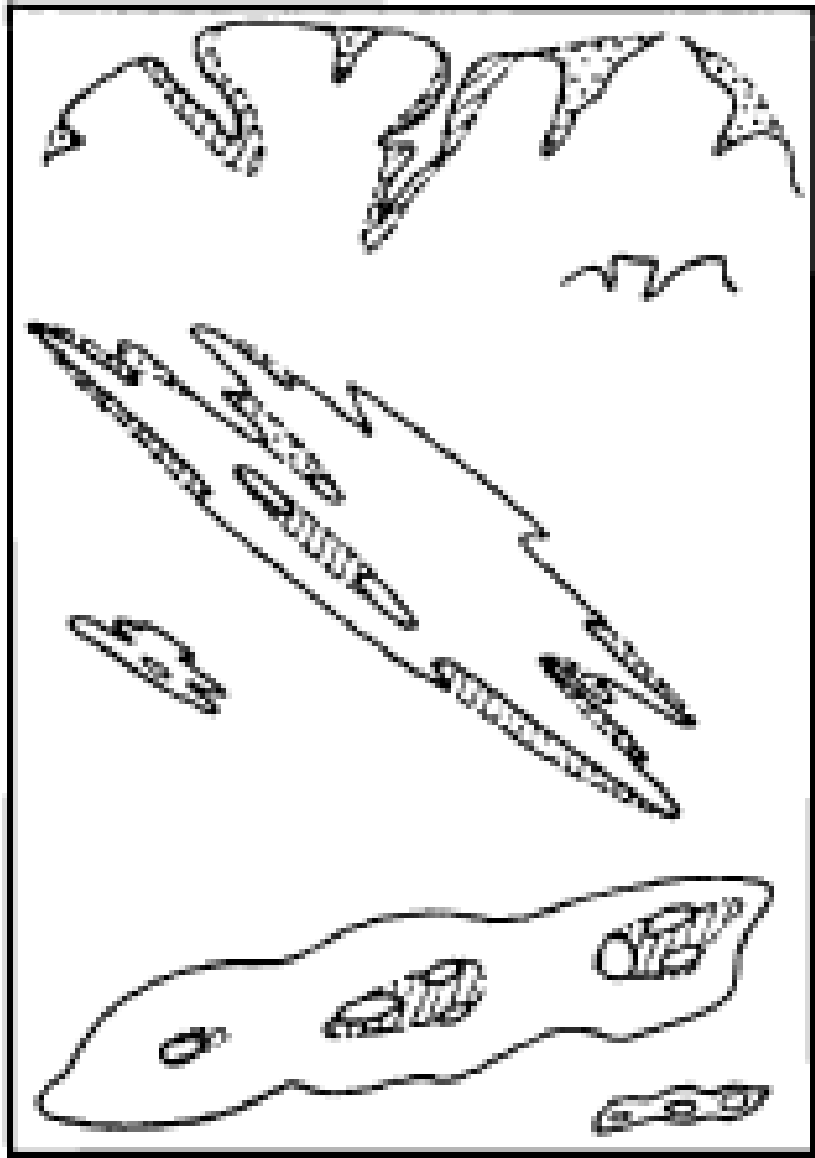
## Генерализация контуров дельты р. Дуная:

а - исходная карта масштаба 1: 500 000; б - та же карта при уменьшении до масштаба 1:1 250 000; в - увеличение генерализированного изображения, показывающее сочетание отбора и обобщения линейных элементов и других аспектов геометрической генерализации.

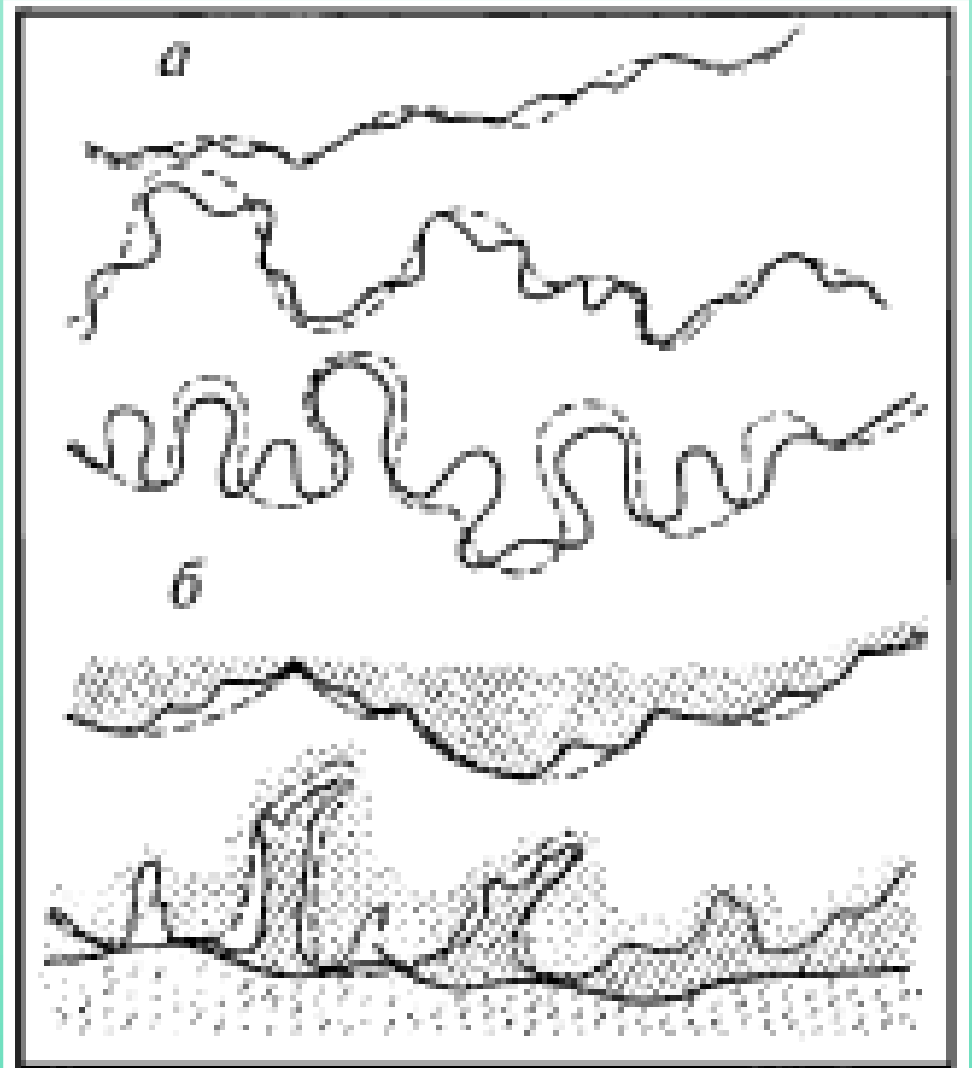
# Утрирование, или показ объектов с преувеличением

Утрирование, или показ объектов с преувеличением, означает, что на генерализированной карте оставляют некоторые особо важные со смысловой (содержательной) точки зрения объекты, которые из-за малых размеров или по условиям цензового отбора следовало бы исключить, и при этом даже несколько преувеличивают (утрируют) их.

Примерами могут служить небольшие, но характерные излучины рек, мелкие озера в засушливых степях, редкие и небольшие по площади выходы изверженных геологических пород посреди поля осадочных отложений.



Смещения при генерализации контуров



Нарушение геометрической точности при обобщении извилистых рек (а) и береговых линий (б)

# 4. Геометрическая точность и географические принципы генерализации

# Геометрическая точность карты

**Геометрическая точность карты** — это степень соответствия положения объектов на карте их действительному положению на местности.

Нарушение геометрической точности ведет к смещению, сдвигу объектов, и координаты их будут получены по карте с ошибкой.

**Содержательное подобие (соответствие)** означает, что на карте географически правильно переданы взаимные соотношения объектов, их характерные особенности и соподчиненность.

# Геометрическая точность карты

Одно из основных противоречий процесса картографической генерализации состоит в том, что **стремление сохранить содержательную верность (подобие) изображения часто ведет к нарушению геометрической точности.**

В ходе генерализации происходят смещения контуров и линий, исключение или объединение некоторых объектов, утрирование характерных деталей - все это не может не сказаться на геометрической точности картографического изображения.

Известно, что знак автостреды имеет на карте ширину около 0,6 мм, в масштабе 1:1 000 000 это составляет 600 м, таким образом, геометрическая точность нарушается примерно в 100 раз. Ширина железной дороги, идущей параллельно автострезде, тоже резко преувеличивается, и таким образом населенный пункт, расположенный на этих магистралях, оказывается сдвинут на много сотен метров. Получается, что геометрическая точность резко нарушена, а содержательное соответствие сохранено.

При генерализации рельефа на картах средних и мелких масштабов при редком сечении горизонталей инструкции допускают сдвиг отдельных горизонталей вверх или вниз по склону, «затяжку» их вверх по тальвегам. Такие приемы рисовки правдоподобно передают морфологию рельефа, но существенно нарушают геометрическую точность. На мелкомасштабных гипсометрических картах хорошо видны типы рельефа, особенно четко проявляются макроформы земной поверхности, но эти карты мало пригодны для вычисления морфометрических показателей, например углов наклона местности.

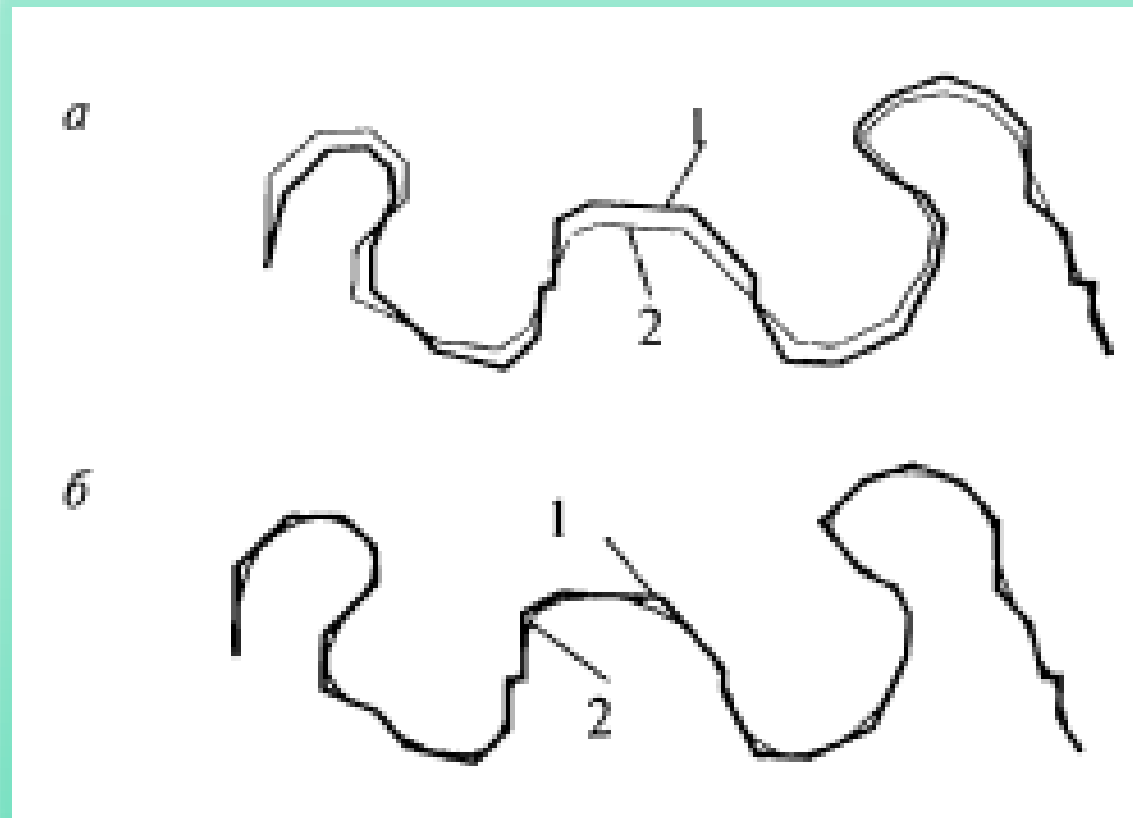
# Геометрическая точность карты

Значительно возрастают сдвиги, смещения и иные искажения при автоматической генерализации, когда обобщение производят по некоторым формальным алгоритмам. Иногда для этого задают «шаг» осреднения извилистой линии или выполняют сглаживание посредством аппроксимации, т.е. приближения геометрически неправильной линии (формы) с помощью некоторой математической кривой.

Генерализированная линия или контур нередко оказываются сдвинутыми относительно их положения на исходной карте.

При генерализации геометрическая точность всегда нарушается ради сохранения содержательного подобия, поэтому, **содержательное подобие имеет приоритетное значение**. При этом следует учитывать, что мелкомасштабные географические карты носят обзорный характер и не предназначены для точных измерений или для снятия точных координат.

# Геометрическая точность карты



**Автоматическая генерализация извилистой линии с помощью алгоритма «скользящего среднего» (а) и алгебраической аппроксимации (б):**

1 — исходная линия; 2 — сглаженная линия.

# Географические принципы генерализации

С географических позиций генерализация рассматривается как процесс выделения на картах геосистем более крупного ранга, их главных компонентов и взаимосвязей.

Среди многообразия условий генерализации наиболее существенны следующие:

научно-обоснованное обобщение легенды;

отображение генетических и морфологических особенностей объектов и явлений;

- учет внутренних и внешних взаимосвязей изображаемых объектов, их иерархической соподчиненности;

- оптимальный подбор знаков и изобразительных средств.

# Географические принципы генерализации

**Самый ответственный этап, с которого начинается процесс генерализации всякой тематической карты, — генерализация легенды. Это подразумевает упрощение легенды, обобщение таксономических категорий, исключение некоторых групп объектов, сокращение количественных подразделений и шкал.**

Географически правильный отбор и обобщение самого картографического рисунка требует пристального внимания к передаче морфологии и генезиса изображаемых объектов. Картограф не может действовать механически, он должен понимать географическую сущность изображаемых явлений и процессов.

При этом используется весь арсенал приемов генерализации, применяются цензы и нормы отбора, производятся целесообразные смещения объектов или их утрирование.

Главное требование географически достоверной генерализации - научно обоснованный показ пространственной структуры и взаимосвязей явлений. Нужно сохранить морфологический облик, выделить и даже подчеркнуть основные (инвариантные) элементы, характерные соотношения объектов, их соподчиненность.

# 5. Генерализация объектов различной локализации

# Генерализация объектов различной локализации

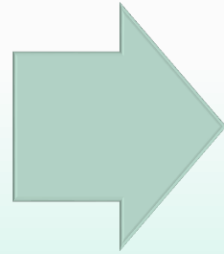
Объекты, локализованные в пунктах, изображают с помощью значков, поэтому их генерализация связана, прежде всего, с отбором объектов согласно установленным цензам и нормам, с обобщением качественных характеристик объектов и укрупнением градаций шкал значков.

При этом происходит переход от видовых подразделений объектов к родовым (например, значки отдельных нефтяных скважин заменяют общим значком месторождения, а далее - знаком ареала нефтяного бассейна).

Переходя к укрупненным интервалам, важно сохранять характерные ступени. Например, в США к городам относят населенные пункты с числом жителей более 2500 человек, а в Индии - более 5000 жителей. Значит, при обобщении интервальной шкалы для этих стран желательно сохранить именно такие градации.

# Генерализация объектов различной локализации

**Объекты, локализованные на линиях, всегда передаются линейными знаками. Для них наиболее существенны геометрические аспекты генерализации, упрощение и спрямление очертаний, а также цензовый отбор линейных элементов (например, рек, длина которых на карте меньше 1 см).**



В ряде случаев обобщают качественные различия линейных объектов (вместо дорог разного класса вводят единый знак дорог). При генерализации векторов и полос движения неизбежны отбор только главных направлений и обобщение количественных характеристик (например, объемов и структуры грузопотоков).

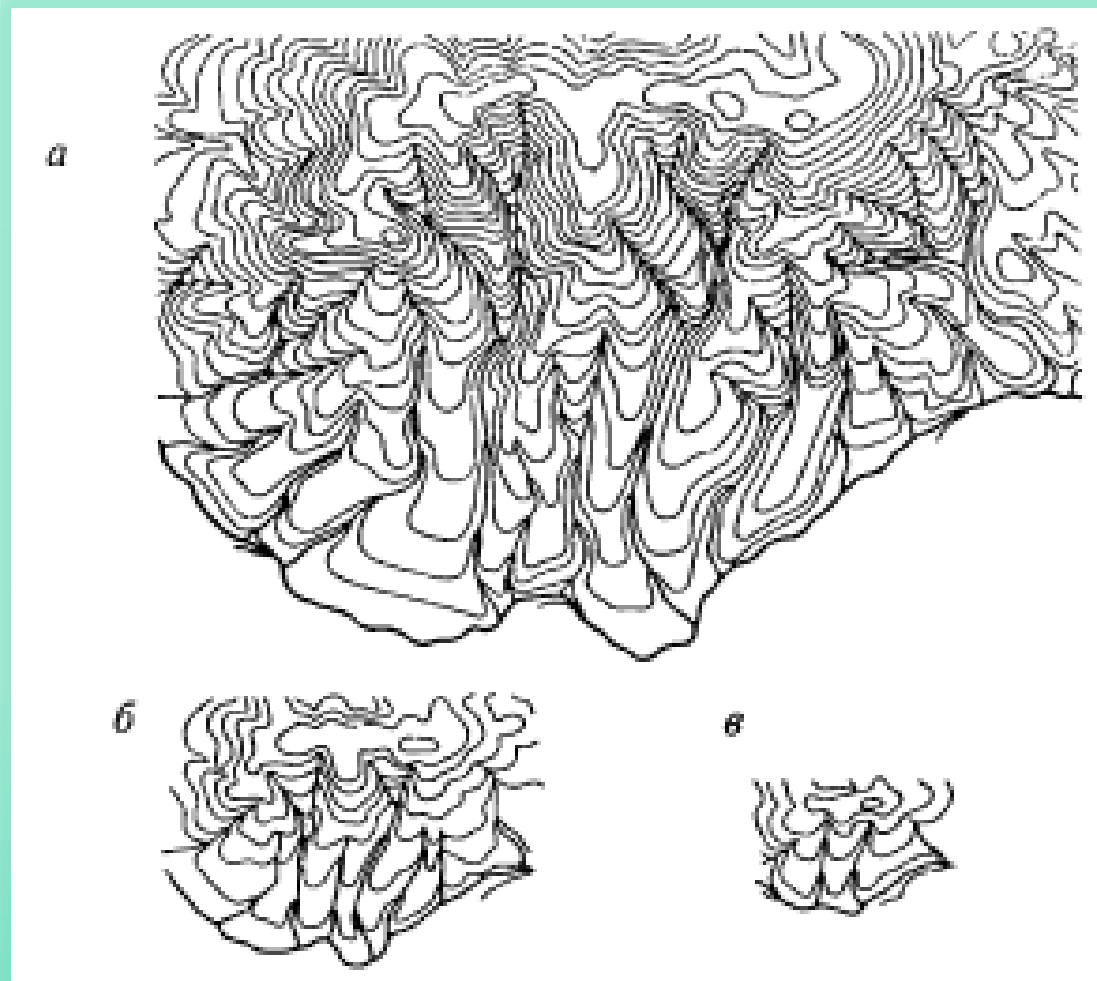
# Генерализация объектов различной локализации

**Объекты сплошного распространения изображают с помощью изолиний, качественного и количественного фонов и ареалов. Для изолинейных изображений наиболее актуально обобщение рисунка изолиний и укрупнение шкал сечения.**

- При правильном обобщении рельефа его морфологические особенности сохраняются даже при снятии многих деталей эрозионного расчленения и многократном укрупнении сечения.

**К площадным объектам применимы все приемы геометрической генерализации: исключение малых контуров и их объединение, спрямление очертаний, смещение и утрирование некоторых выделов.**

- Большое значение имеет цензовый отбор. Малые контуры лесов, озер, болот, ландшафтные выделы исключаются. Однородные контуры объединяют в более крупные или заменяют общим знаком ареала.



**Последовательная генерализация рельефа в горизонталях, сопровождаемая укрупнением высоты сечения и исключением деталей эрозионного расчленения: а — исходное изображение в масштабе 1:200 000; б и в — соответственно изображения в масштабах 1:500 000 и 1:1 000 000.**

# Генерализация объектов различной локализации

При генерализации явлений, показанных способом качественного фона, на первый план выступает укрупнение качественных градаций, т.е. обобщение классификации изображаемых явлений.

Дробные подразделения классификаций заменяются более крупными. Например, на крупномасштабных геологических картах подробно показываются свиты и серии разновозрастных пород, а по мере перехода к более мелким масштабам они обобщаются в ярусы, затем — в отделы, а на самых мелкомасштабных картах изображаются лишь геологические системы.

Аналогично на почвенных картах разновидности почв последовательно заменяются видами, подтипами, типами.

Генерализация карт качественного фона всегда ведет к выделению наиболее крупных таксонов.

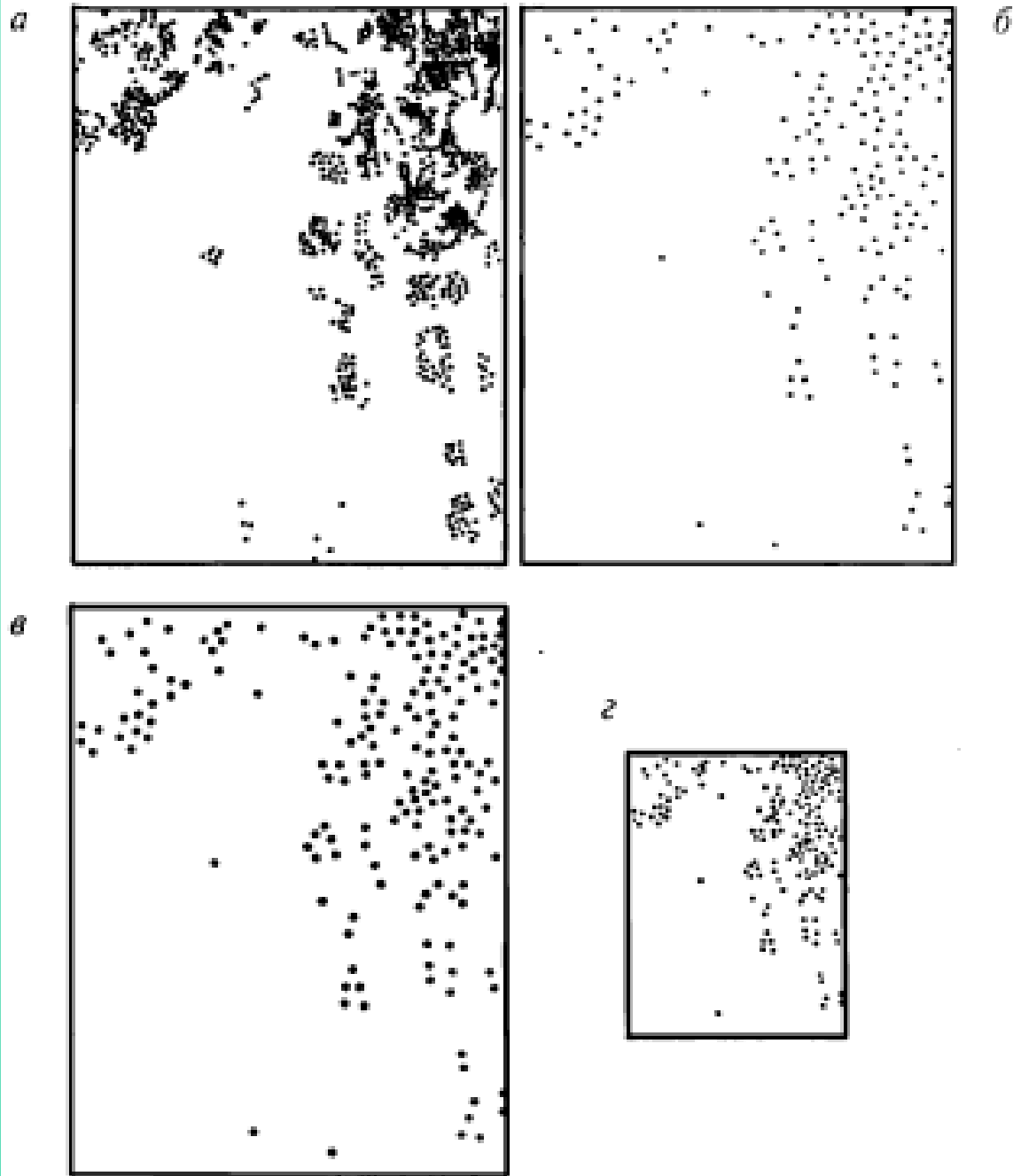
**Генерализация объектов, показанных способом количественного фона, выполняется за счет укрупнения сеток районирования и обобщения шкал количественных показателей.**

# Генерализация объектов различной локализации

**Объекты рассеянного распространения чаще всего передаются точечным способом.**

Генерализация в данном случае сводится к укрупнению веса точек и некоторому увеличению их размера на карте

Если явление показано знаками ареалов, то можно сократить дробность подразделений, укрупнить контуры ареалов, провести их слияние.



Этапы процесса генерализации явления, показанного точечным способом: а - исходное изображение посевных площадей (одна точка - 500 га); б - укрупнение веса точки (одна точка - 2500 га); в - увеличение диаметра точки; г - уменьшение масштаба карты (одна точка 2500 га).