

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ

*ИНСТИТУТ «ИНФОРМКАДАСТР»*

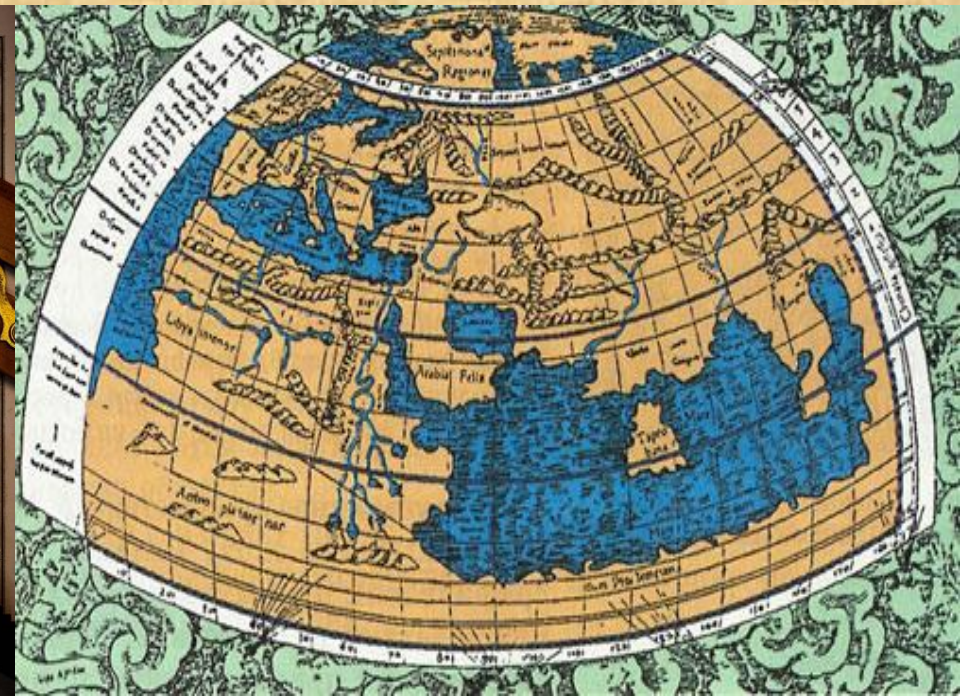
*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА*

# **Картография**

Автор : доц. Майорова О.В.

# Картография. Предмет и определения

- ▶ **Картография** – область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

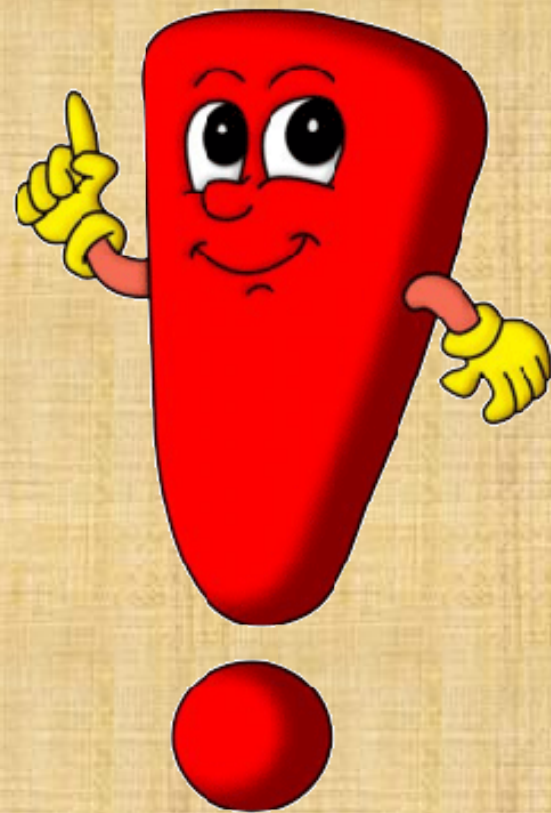


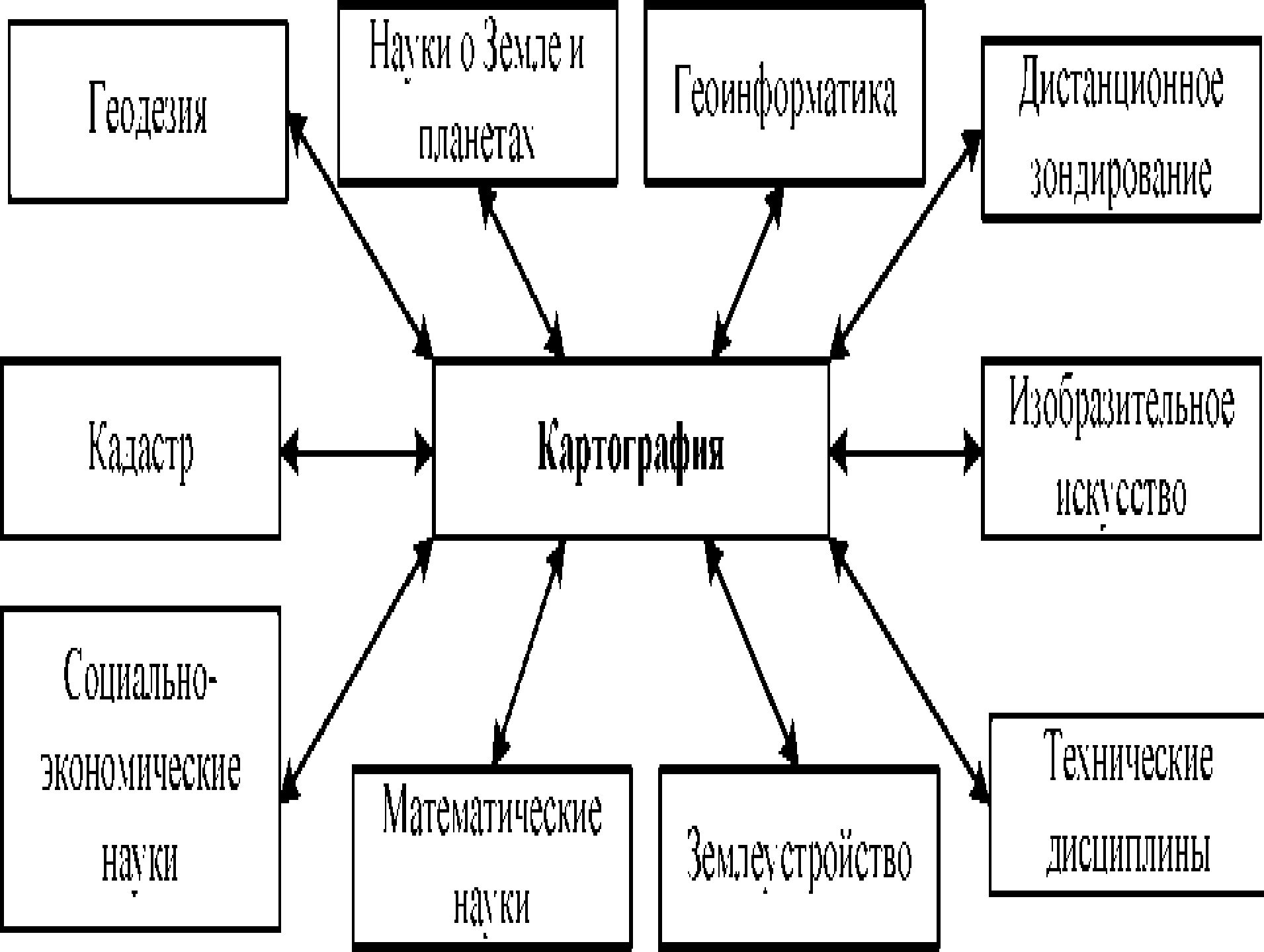
## Структура картографии

- ▶ В своей совокупности картография объединяет ряд научных направлений и дисциплин:
- ▶ -теоретические основы картографии (учение о карте) – изучает и разрабатывает теорию картографических проекций, генерализацию картографического изображения, способы изображения тематического содержания, вопросы создания знаковых систем ( легенды карты).
- ▶ -математическая картография – изучает и разрабатывает математические способы изображения на плоскости поверхности Земли, других планет. Является первой ступенью в процессе создания карт.
- ▶ -картометрия – изучает и разрабатывает способы измерения по картам различных объектов для определения их количественных характеристик (координаты, расстояния, высоты, площади, объемы, углы наклона и т.д.).

- ▶ –проектирование и составление карт – изучает и разрабатывает проекты карт, методы их создания, основные принципы редакционного руководства на всех стадиях создания карт.
- ▶ –картоведение – изучение видов и свойств географических карт, истории картографии, методики использования карт.
- ▶ –оформление карт – изучение и разработка способов и средств красочного и графического оформления карт (дизайн) и подготовки их к изданию.
- ▶ –издание карт – разработка способов воспроизведения и размножения карт.
- ▶ –экономика и организация картографического производства – изучение методов его наиболее рациональной организации.

- ▶ Картография по своей структуре тесно связана с целым рядом научных дисциплин. Это: геодезия, астрономия, топография, география и полиграфия, математика, фотограмметрия, информатика и компьютерная графика. По своему содержанию картография немыслима без связи с такими науками, как почвоведение, геология, демография, климатология, землеустройство и др.
- ▶ В перечень наук, с которыми картография поддерживает теснейшую связь, можно включить, естественно, геоинформатику и географические науки (геоморфологию, гидрология и др.), науки о природе Земли (ботаника, зоология), о народном хозяйстве, экономике, истории и многие другие.





## Главные направления использования карт для науки и практики

- ▶ общее знакомство с местностью, районом, страной, материком, их изучение по картам без посещения в натуре;
- ▶ – применение в качестве путеводителя (туризм, авиация, мореплавание ит.д.);
- ▶ – использование в качестве основы для инженерного использования – транспортного, энергетического, промышленного, сельскохозяйственного, для целей районной планировки, строительства;
- ▶ – изыскание и перенос проектов в натуру;
- ▶ – использование в военном деле;
- ▶ – изучение и рациональное использование природных (в том числе земельных) ресурсов и охрана окружающей среды;
- ▶ – комплексное и рациональное развитие экономических районов;
- ▶ – использование в качестве информационной основы при ведении работ по землеустройству и земельному кадастру.

## Элементы карты, другие картографические произведения

- ▶ Карта – уменьшенное, построенное в картографической проекции, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков.





## Особенности карт

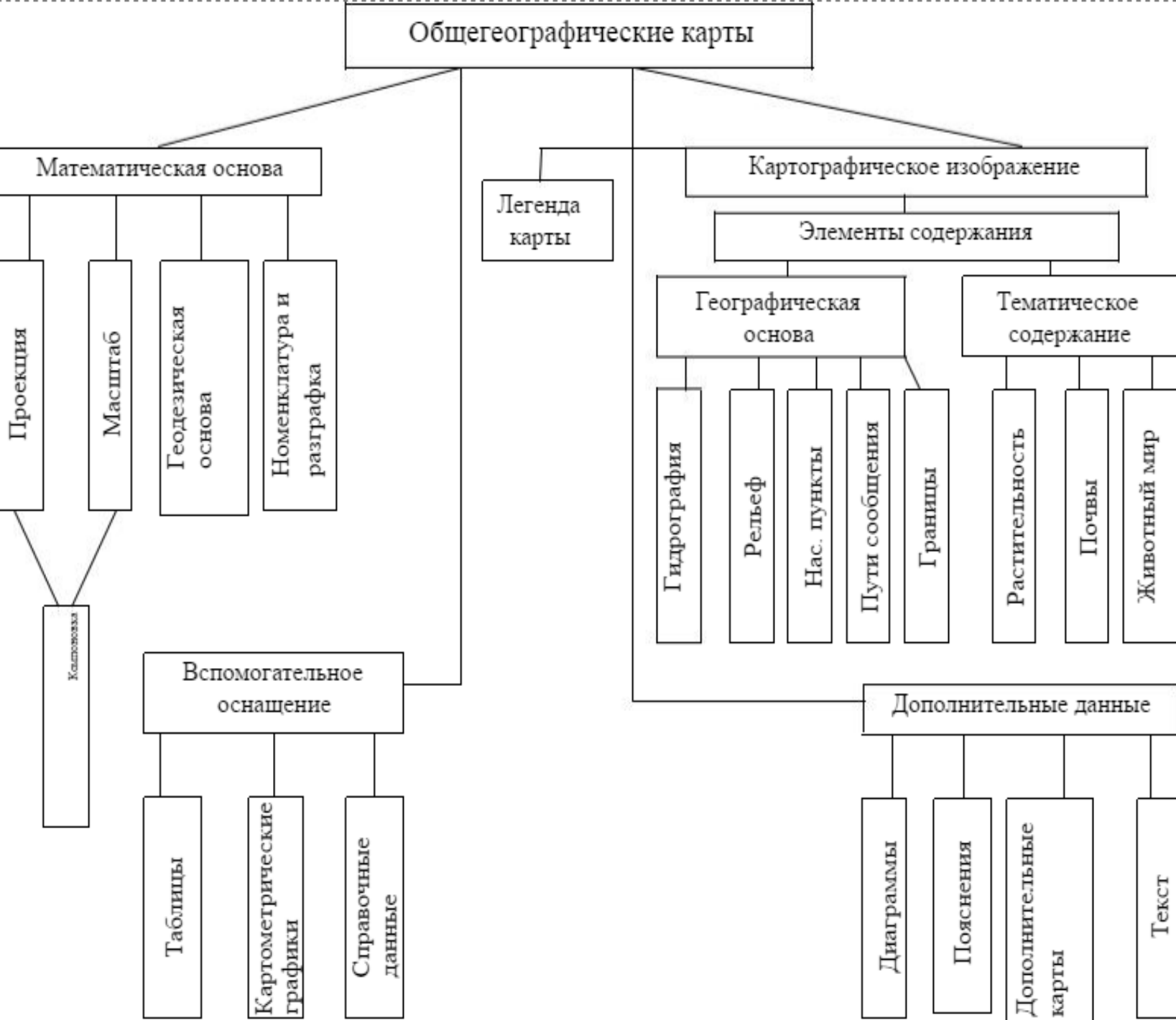
- ▶ 1.математически определенное построение;
- ▶ 2.использование картографических условных знаков (кодов);
- ▶ 3.отбор и обобщение изображаемых явлений.

www.fotostock.com



## Использование картографических условных знаков позволяет:

- ▶ 1. Сильно уменьшать изображение, чтобы одним взглядом охватить значительную часть земной поверхности или же всю планету в целом, воспроизводя при этом те объекты, которые в силу уменьшения не выражаются в масштабе карты.
- ▶ 2. Показывать на карте рельеф местности, например при помощи горизонталей.
- ▶ 3. Показывать не только внешний вид объекта, но и указывать на его внутренние свойства, например, давать качественные характеристики сельскохозяйственным угодьям, показывать температуру и соленость воды, высоту и породу деревьев в лесных массивах и многое другое.
- ▶ 4. показывать распространение явлений, не воспринимаемых нашими органами чувств, например магнитное склонение, величины искажений и т.п.
- ▶ 5. Исключать малозначимые стороны объектов и выделять их общие и существенные признаки.



## Элементы географической карты

- ▶ Картографическое изображение и связанная с ним легенда – главная часть любой географической карты, содержит сведения о показанных на карте объектах и явлениях, их размещении, свойствах, связях.
- ▶ Эти сведения составляют содержание карты. В свою очередь содержание карты подразделяется на элементы, как географические, так и тематические. Комплекс этих элементов неодинаков на различных картах. Но один из элементов, а именно – гидрография обязателен на всех картах.



- ▶ Геометрические законы построения карт определяются ее математической основой, к элементам которой принадлежат: картографическая проекция, а также связанная с ней картографическая сетка (сеть меридианов и параллелей) , масштаб, опорная геодезическая сеть, номенклатура, разграфка карты и компоновка.
- ▶ Масштаб карты указывает на общую степень уменьшения земной поверхности при изображении ее на плоскости. Он характеризуется отношением длины линии на карте к соответствующей линии на земной поверхности.

На картах различают 3 вида (способа) изображения масштаба:

- ▶ – численный (например, 1:25000)
- ▶ – натуральный (например, в 1 сантиметре 250 метров)
- ▶ – линейный (поперечный, графический), изображается в виде графика.

## МАСШТАБЫ

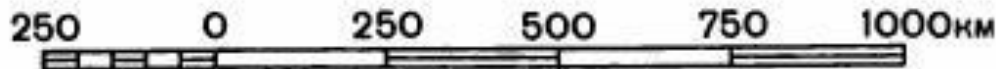
Численный

1:25 000 000

Именованный

в 1 см 250 км

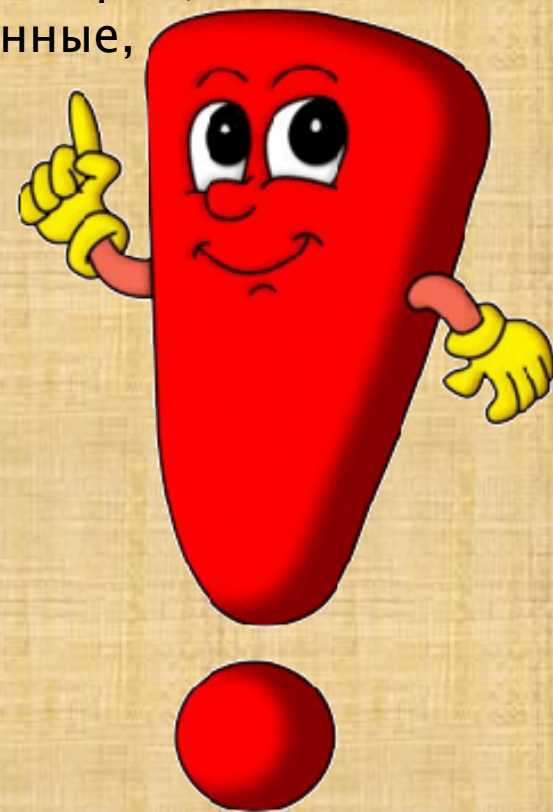
Линейный



К основным элементам математической основы относится картографическая проекция и связанная с ней картографическая сетка. В зависимости от вида геометрической поверхности, на которую проектируют поверхность эллипсоида различают проекции цилиндрические, конические, азимутальные и некоторые другие.

- ▶ Компоновка – рациональное размещение на листе карты картографируемой территории, вспомогательного и дополнительного оснащения.
- ▶ Вспомогательное оснащение – облегчает чтение карты и работу с ней. К нему принадлежат необходимые пояснения и графики для измерения по картам, а также название карты, сведения об исполнителях, справочные и выходные данные и т.д.

К дополнительному оснащению относятся помещенные в «воздухе» карты или на ее полях дополнительные карты, профили, диаграммы, текстовые и цифровые данные, которые поясняют, дополняют и обогащают картографическое изображение.





## Математическая картография. Искажения на картах. Искажение длин, площадей и углов.

- ▶ Общее уравнение картографических проекций:

$$x = f_1(\phi, \lambda) \quad y = f_2(\phi, \lambda), \text{ где}$$

$\phi, \lambda$  – широта и долгота некоторой точки на поверхности эллипсоида.

$x, y$  – прямоугольные координаты этой же точки в проекции на карте.

$f_1, f_2$  – функции, определяющие свойства проекции.

- ▶ Поскольку таких функций может быть множество, то и картографические проекции могут быть разными по своим свойствам.
- ▶ Растяжение и сжатие отдельных частей изображения картографируемой поверхности в той или иной проекции неизбежно сопровождается искажениями длин, площадей и углов, причем эти искажения зависят от вида функций  $f$ . В одних проекциях можно избежать искажения углов, в других – площадей, но длины линий будут искажаться во всех проекциях, за исключением отдельных точек или некоторых линий на карте.

## Масштабы карт

- ▶ Каждая карта имеет главный масштаб, который показывает общую степень уменьшения картографируемой поверхности при ее отображении на плоскости. Этот масштаб подписывается на карте, но сохраняется, как мы уже сказали, только в отдельных точках или на некоторых линиях карты.
- ▶ *Главный масштаб* обозначается буквой  $\mu_0$  и при исследовании проекций принимается равным 1, так как он не влияет на свойства используемой картографической проекции.
- ▶ Частным масштабом длин  $\mu$  называют отношение бесконечно малого обрезка  $dS'$  на карте к соответствующему бесконечно малому отрезку  $dS$  на поверхности эллипсоида, т.е.:

$$\mu = dS' / dS$$

- ▶ Частный масштаб является функцией географических координат, определяющих положение точки на земной поверхности, и азимута направления, по которому частный масштаб определяется, т.е.

$$\mu = F_1(\phi, \lambda, \alpha).$$

- ▶ Для простоты изложения частные масштабы  $\mu$  называют масштабами вдоль каких-либо направлений, например:

$\frac{3}{4}$  для меридиана  $\alpha = 0^\circ$  или  $\alpha = 180^\circ$   $\mu = m$  – масштаб по

меридианам;

$\frac{3}{4}$  для параллели  $\alpha = 90^\circ$  или  $\alpha = 270^\circ$   $\mu = n$  – масштаб по

параллелям.

- ▶ На картах существуют точки, в которых по одному из направлений масштаб длин имеет максимальное ( $a$ ) или минимальное ( $b$ ) значение. Эти направления взаимно перпендикулярны и их называют главными направлениями.

- ▶ Частный масштаб площадей  $P$  называют отношение бесконечно малой площади на карте  $dP$  к соответствующей бесконечно малой площади на поверхности эллипсоида.

$$P = dP'/dP$$

- ▶ Частный масштаб площади зависит только от географических координат изображаемой точки.

$$P = F_2(\phi, \lambda).$$

## Искажения на картах

Искажением длин  $V_m$  называется разность между частным масштабом длин и единицей, выраженная в процентах.

$$m = 1,24 V_m = (m - 1) \times 100 = +24\%$$

$$n = 0,78 V_n = (n - 1) \times 100 = -22\%$$

Положение длин может быть положительным и отрицательным.

Искажением площадей  $V_p$  называется разность между частным масштабом площади и единицей, выраженная в процентах.

$$p = 2,42 V_p = (p - 1) \times 100 = +142\%$$

Искажением углов  $V_u$  называется разность между величиной угла в проекции  $U'$  и величиной соответствующего угла на поверхности эллипсоида  $U$ .

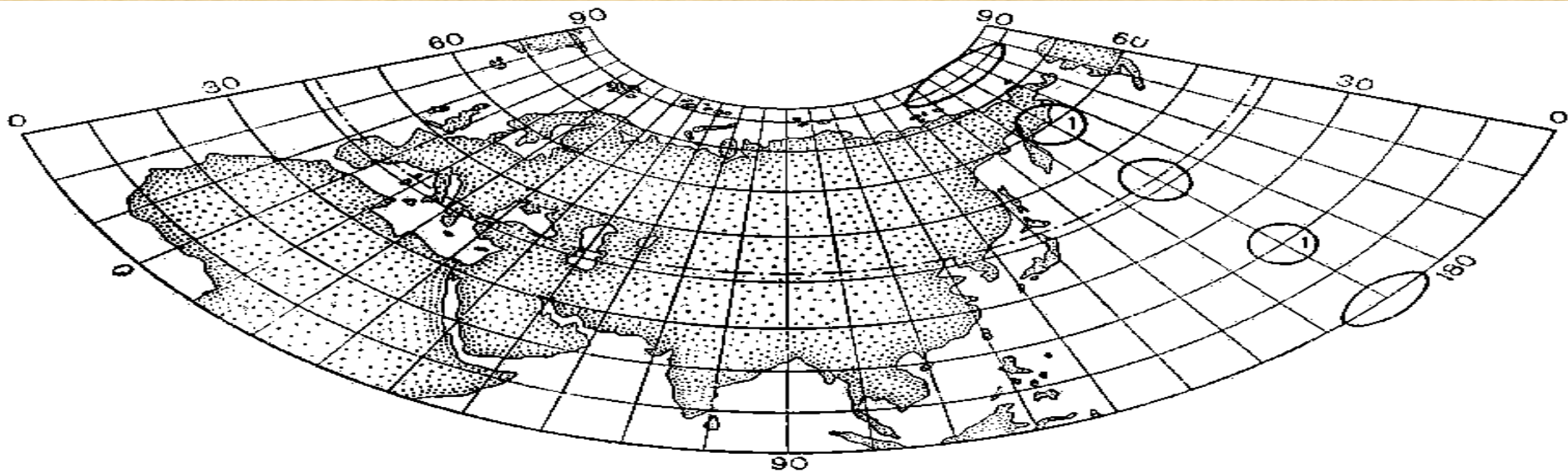
$$V_u = U' - U$$

- ▶ В пределах карты все виды искажений изменяются. В некоторых топографических проекциях имеются точки или линии, в которых искажения невелики, а с удалением от них вначале медленно, а затем быстро возрастают. На карте, как правило, имеется одна или две точки или линии, в которых искажение отдельных или всех видов отсутствует. Эти точки и линии так называемых нулевых искажений. Места на карте с максимальным искажением наиболее удалены от точек или линий нулевых искажений. Чтобы обеспечить возможно меньшую величину искажений проекцию подбирают так, чтобы картографируемую территорию по центру пересекла линия нулевых искажений. Когда таких линий две, их располагают так, чтобы удаления от них к середине и к краям карты были примерно одинаковыми.
- ▶ Для того, чтобы показать как изменяются искажения при удалении от линий нулевых искажений удобно пользоваться изоколами.
- ▶ Изоколы – это линии, соединяющие точки с одинаковыми величинами того или иного показателя искажений. Изоколы показывают на макетах карт.



## Классификация картографических проекций

- ▶ Проекция классифицируется по следующим основным признакам:
- ▶  $\frac{3}{4}$  по характеру искажений;
- ▶  $\frac{3}{4}$  по виду нормальной сетки параллелей и меридианов;
- ▶  $\frac{3}{4}$  по ориентировке вспомогательной поверхности.





- ▶ По характеру искажений различают проекции:
- ▶ 1. Равновеликие, в которых на карте отсутствует искажение площадей  $p = const = 1$

$$p = m \times n; m = \frac{1}{n}; n = \frac{1}{m}; \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{m - n}{2}$$

- ▶ 2. Равноугольные, в которых на карте отсутствуют искажения углов, вследствие этого в них не искажаются формы фигур, а масштаб длин в любой точке остается одинаковым по всем направлениям. Основные зависимости:

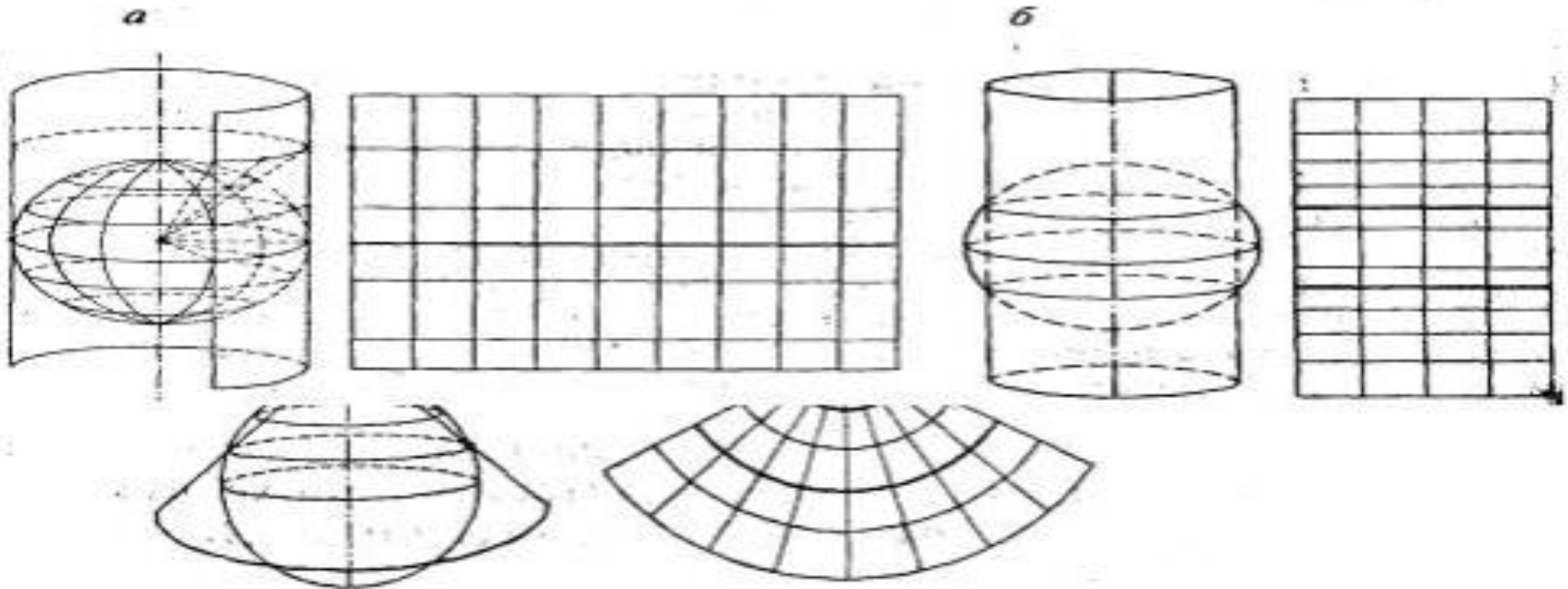
$$m = n = a = b = \mu_0; \omega = 0; p = a^2.$$

- ▶ 3. Произвольные, в которых искажаются углы, площади и длины линий. Однако среди них особое место занимают проекции равнопромежуточные, в которых масштаб длин по одному из главных направлений сохраняется постоянным, т.е.  $a = 1$  или  $b = 1$ ;  $p = a$  или  $p = b$ ;

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{2a + b}.$$

## Классификация картографических проекций

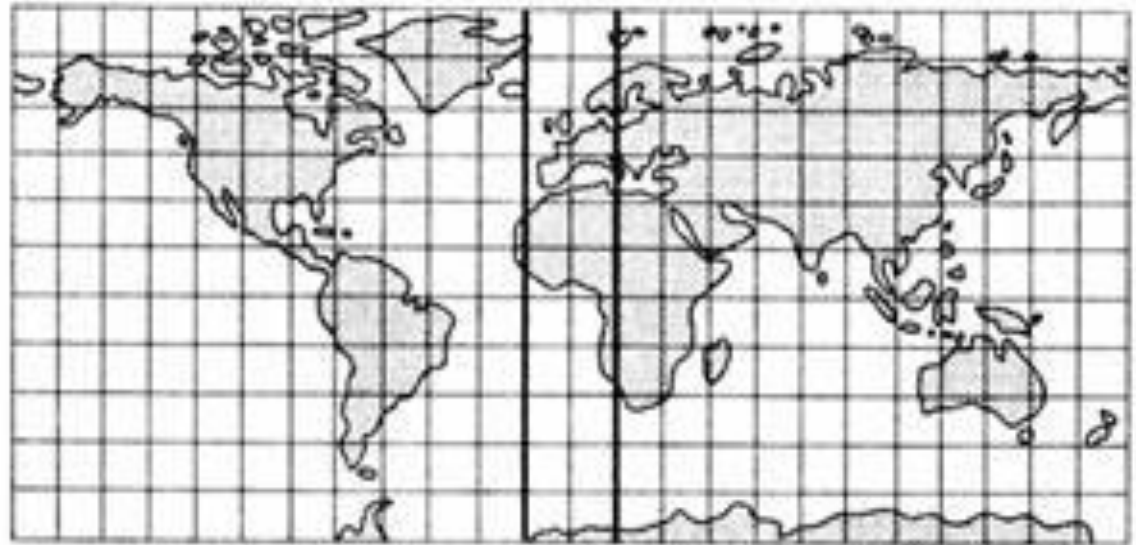
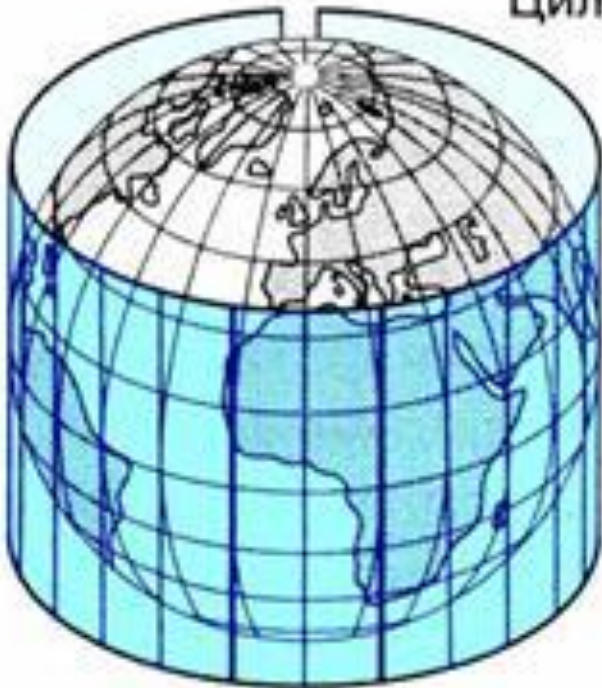
- ▶ По виду нормальной сетки проекции подразделяются на:
- ▶  $\frac{3}{4}$  конические, когда поверхность эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного к нему или секущего его конуса, а затем последний разрезается по образующей его линии и разворачивается в плоскость.
- ▶ В конических проекциях параллели – это дуги одноцентренных окружностей, а меридианы – прямые линии, сходящиеся в одной точке (полюсе) под углами, пропорциональными разности



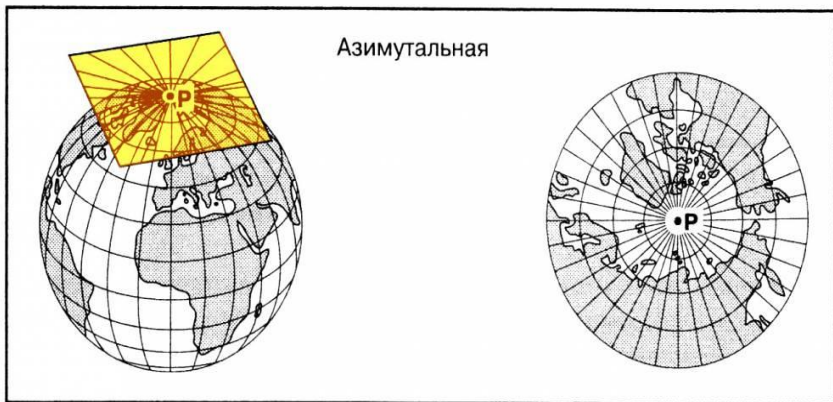
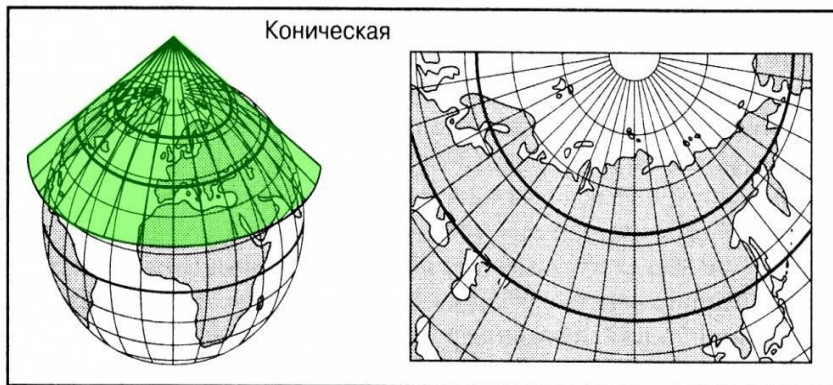
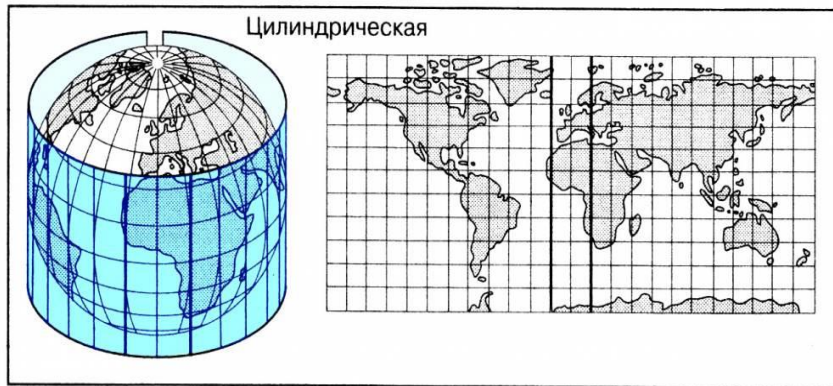
## Классификация картографических проекций

- ▶  $\frac{3}{4}$  цилиндрические, в которых поверхность эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного или секущего цилиндра, после чего последний разрезается по образующей и разворачивается в плоскость.
- ▶ В этих проекциях меридианы изображаются равноотстоящими параллельными прямыми, а параллели также прямыми, перпендикулярными к меридианам.

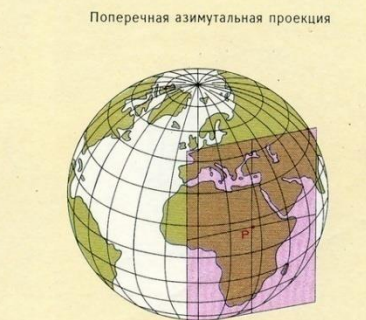
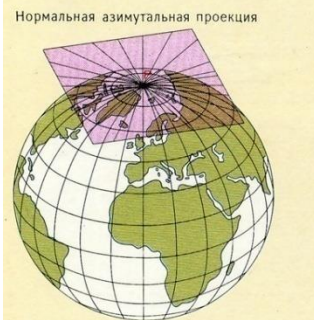
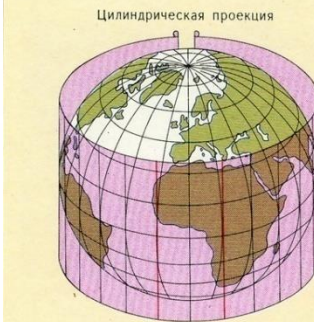
Цилиндрическая



- ▶  $\frac{3}{4}$  азимутальные, когда проектирование эллипсоида осуществляется на касательную или секущую его плоскость. В этих проекциях меридианы нормальной сетки изображаются прямыми, исходящими из одной точки под углами, пропорциональными разности долгот, а параллели – концентрическими окружностями с центром в точке пересечения меридианов.
- ▶  $\frac{3}{4}$  псевдоцилиндрические, в которых параллели прямые линии, перпендикулярные к прямолинейному осевому меридиану, остальные меридианы – кривые (синусоиды, эллипсы), симметричные относительно осевого.
- ▶  $\frac{3}{4}$  псевдоконические, когда нормальная сетка имеет вид: параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – кривые, симметричные относительно осевого прямолинейного.
- ▶  $\frac{3}{4}$  поликонические, в которых параллели изображаются дугами эксцентрических окружностей, с радиусом тем большим, чем меньше широта, средний меридиан – прямая линия, на которой расположены центры всех параллелей. Остальные меридианы – кривые линии.
- ▶  $\frac{3}{4}$  псевдоазимутальные, когда параллели – концентрические окружности, а меридианы – кривые, за исключением двух взаимноперпендикулярных.

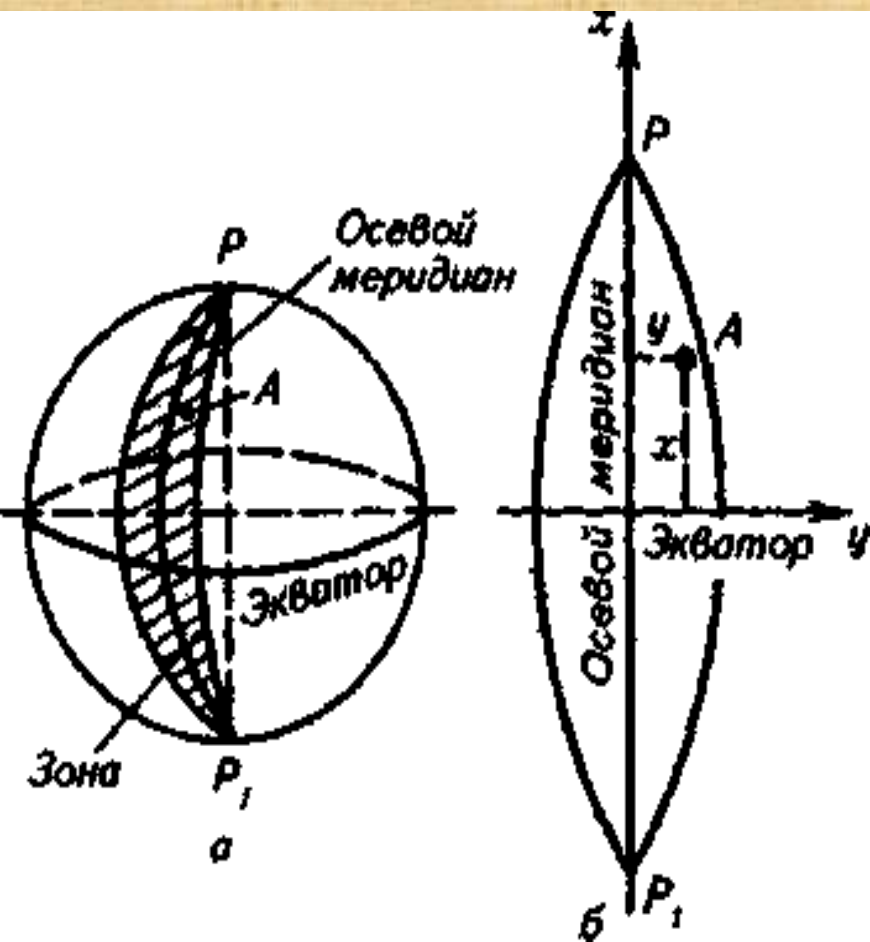


## Картографические проекции



## Проекция Гаусса–Крюгера

- ▶ При создании средне- и крупномасштабных тематических карт чаще всего используется равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса–Крюгера. Это объясняется тем, что основным источником при камеральном способе создания карт такого масштаба служат карты топографические, созданные, в свою очередь, именно в этой проекции.



В проекции Гаусса–Крюгера поверхность эллипсоида на плоскости отображается по меридиальным зонам, ширина которых равна  $6^\circ$ . Меридианы и параллели изображаются кривыми линиями, симметричными относительно осевого меридиана зоны (прямая линия) и экватора. Однако кривизна меридианов настолько мала, что западные и восточные рамки карты изображаются прямыми линиями. Параллели, совпадающие с южной и северной рамками карты, изображаются прямыми на картах масштаба 1:50 000; на картах более мелкого масштаба они изображаются кривыми линиями.

- ▶ Каждая зона проектируется на поверхности своего цилиндра, касающегося эллипсоида по осевому меридиану зоны. Развернув поверхность цилиндра на плоскость, получают изображение зоны.
- ▶ В каждой зоне проекции Гаусса–Крюгерасвая система координат: за ось X принимают осевой меридиан зоны; за ось Y – экватор.
- ▶ Для территорий, лежащих к северу от экватора, абсциссы – положительны, ординаты – отрицательны к западу от осевого меридиана.
- ▶ Долгота осевого меридиана зоны  $L_0$  определяется по формуле:  
$$L_0 = 6N - 3^\circ$$
, где:
- ▶ N – номер зоны, а номер зоны  $N_z = N_{кол} - 30$ , т.к. счет колонн идет с запада на восток против хода часовой стрелки от Гринвичского меридиана с долготой  $L = 0^\circ$ .

## Выбор картографических проекций

- ▶ Выбор проекции осуществляется по факторам 3-х групп:
- ▶ К первой группе относятся факторы, характеризующие объект картографирования. Это: географическое положение территории, ее размеры, форма границ.
- ▶ Ко второй относятся факторы, которые характеризуют создаваемую карту, способы и условия ее использования. Сюда относятся: назначение, масштаб, содержание карты: задачи, которые будут решаться по карте и требования к точности.
- ▶ К третьей группе относятся факторы, характеризующие саму картографическую проекцию: характер искажений, величина максимальных искажений длин, площадей и углов, характер их распределения и т.д.





## Основные этапы создания карт

- ▶ Основные этапы:
- ▶ 1)редакционно-подготовительные работы;
- ▶ 2)составление карты и ее оформление;
- ▶ 3)подготовка карты к изданию;
- ▶ 4)издание карты.



## Редакционно-подготовительные работы

- ▶ Программа карты включает следующие разделы:
- ▶ 1) *Основные сведения о карте*, где приводится название карты; ее назначение; масштаб; число листов; требования, которым должна удовлетворять карта; руководящие документы, на основе которых она составляется; особенности картографируемой территории.
- ▶ 2) *Анализ и оценка картографических источников*, где приводятся данные обо всех используемых в процессе создания карты источниках, дается их характеристика по полноте и содержанию, для планово-картографических материалов указываются выходные данные, дается характеристика математической основы, содержания и способов изображения, указывается цель использования источника.

- ▶ 3) *Математическая основа карты*, где приводятся следующие сведения:
  - ▶ –обосновывается выбор масштаба и проекции и дается характеристика проекции по искажениям (виду и распределению);
  - ▶ –размеры карты;
  - ▶ –описание размещения территории, врезок, заголовка, легенды, пояснительных сведений и их размеров;
  - ▶ –крайние широты и долготы картографируемой территории, главные параллели и средний меридиан;
  - ▶ –указания по вычислению координат узловых точек картографической сетки и формулы для вычисления.

К данному разделу относятся приложения:

- ▶ а) макет компоновки в масштабе карты;
- ▶ б) вычисления координат узловых точек сетки.
- ▶ 4) *Указания по составлению элементов содержания*, в котором указываются объекты и явления, которые подлежат изображению на проектируемой карте, то есть устанавливается перечень элементов содержания, а также степень детальности их изображения. В зависимости от назначения карты определяются нормы отбора и обобщения элементов содержания. Этот процесс носит название картографической генерализации.

Отбор главного и существенного проводится в 2 этапа: сначала устанавливают цензы отбора для элементов географической основы, затем – для элементов тематического содержания.

Далее в разделе даются указания по:

- ▶ –выбору способов изображения тематического содержания,
- ▶ –разработке знаковой системы (легенды) карты, то есть числовых и цветовых шкал, диаграммных знаков и др., даются указания по оформлению карт, приводятся образцы оформления оригиналов.

5) *Технология выполнения работ на всех этапах создания карты*, где даются сведения о применяемых технических средствах, способах и точности построения картографической сетки, нанесения опорных точек, переноса изображения с источника на подготовленную основу, разрабатывают технологическую схему подготовки карты к изданию.



## Составление и оформление карты

- ▶ Составить карту по традиционной , так называемой «бумажной» технологии – значит нанести на лист бумаги все элементы содержания будущей карты и подписать их названия. Составление тематической карты начинают с нанесения на основу узловых точек картографической сетки в заданной проекции , а также опорных точек, по которым затем будет производится масштабирование и трансформирование изображения исходной карты. Техника составления долгое время состояла в перерисовке по клеткам всех элементов содержания с исходных картографических материалов. Для этого на исходном материале и листе бумаги строили сетку взаимно пропорциональных квадратов или прямоугольников, внутри которых содержание карты перерисовывали «на глаз». В этом случае проекции источника и проектируемой карты могут быть разными. Точность способа – 0,35–0,4мм.

- ▶ Графический способ в настоящее время уходит в прошлое. Более производительным является так называемый фотомеханический— способ составления по голубым копиям (отпечаткам).
- ▶ Суть способа состоит в следующем. Картографический материал фотографируют с нужным уменьшением до масштаба составляемой карты. С полученного негатива получают бледно-голубые копии на чертежной бумаге высокого качества. Таким образом, картограф получает для составления не чистый лист бумаги, а лист с изображением всего будущего содержания карты. Но это изображение еще не подверглось отбору и обобщению, его еще не коснулся процесс картографической генерализации, поэтому прообраз будущей карты представляет собой сложный и трудночитаемый чертеж, еще очень далекий от того, каким должна быть составляемая карта.

- ▶ В результате комплекса работ по составлению карты мы получаем так называемый авторский или составительский оригинал карты.
- ▶ *Авторский оригинал* (а иногда и несколько его вариантов) изготавливаются в тех случаях, когда создаваемая тематическая карта имеет сложное содержание или изготавливается впервые. Авторский оригинал полностью соответствует будущей карте как по содержанию, так и по оформлению. Авторский оригинал выполняют в условных обозначениях и красках, предусмотренных в издании, в соответствии с указаниями, предложенными в программе карты и на мягкой основе.
- ▶ Законченный и утвержденный авторский рукописный оригинал является основным картографическим источником для нанесения специального содержания на *составительский оригинал* без привлечения дополнительных источников. Если составление карты осуществляется фотомеханическим способом, то голубую копию монтируют на жесткую основу (например, лист алюминия) и покрывают специальным составом для улучшения качества черчения, в этом случае элементы географической основы на составительском оригинале вычерчивают в строгом соответствии с программой карты и в соответствующих условных обозначениях.

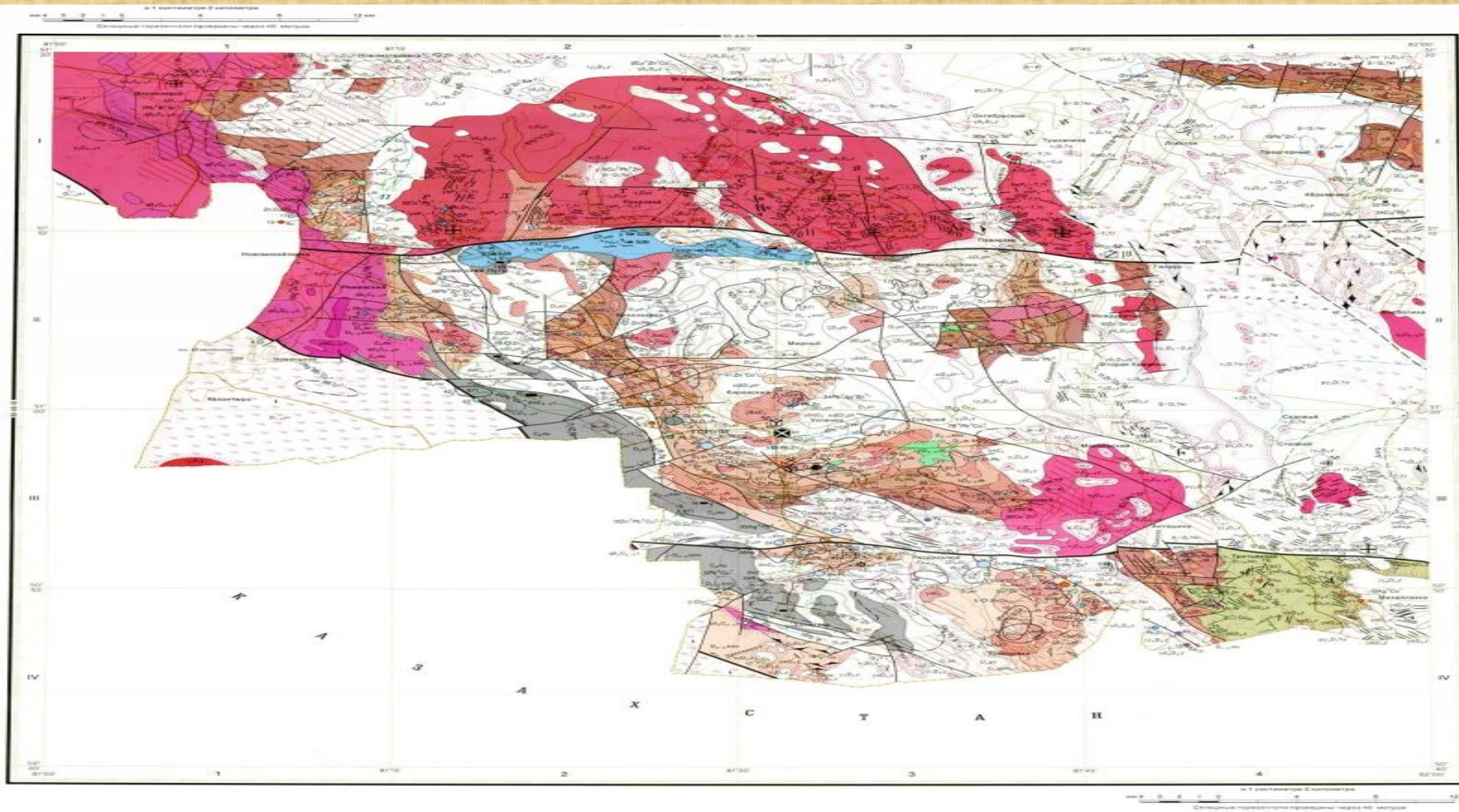
# Подготовка карт к изданию

- ▶ Последующие процессы включают изготовление издательских оригиналов, причем их количество, как и число специально изготовленных печатных форм на алюминии, зависит от числа штриховых и фоновых элементов содержания, которые будут впоследствии печататься одной краской. С готовых печатных форм делают пробные оттиски, которые носят название штриховой пробы и служат для контроля качества издательских оригиналов.
- ▶ Оттиск штриховой пробы раскрашивается вручную так, как по своей фоновой окраске должна выглядеть создаваемая карта. Такой оттиск называется красочным оригиналом и служит для определения числа печатных форм фоновых элементов при издании.
- ▶ Процесс подготовки карты к изданию заканчивается получением красочной пробы – оттиска карты, полученного со всех изготовленных печатных форм в тех цветах, которые предусмотрены программой карты. Это, по сути, полностью готовая карта, только не прошедшая процесса корректуры и исправления.



## Издание карт

- ▶ Под изданием карт понимают комплекс разнообразных и сложных процессов по изготовлению тиражных печатных форм и печать тиража.



## Картографическая генерализация. Факторы генерализации. Виды и приемы генерализации.

- ▶ **Картографическая генерализация** – отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению, тематике и масштабу карты, а также особенностям картографируемой территории.

Основные факторы генерализации:

- ▶ –назначение карты и ее тематика;
- ▶ –масштаб;
- ▶ –географические особенности объекта картографирования;
- ▶ –источники и способ изображения;

## Виды генерализации:

- ▶ –цензовый (нормативный) отбор информации
- ▶ –геометрическая генерализация;
- ▶ –обобщение легенды
- ▶ –объединение территориальных единиц
- ▶ –утрирование

## Картографические знаки и способы изображения тематического содержания.

- ▶ Картографические знаки отдельных объектов выполняют две функции:
- ▶ –указывают вид объекта, а некоторые из них качественные или количественные характеристики объекта
- ▶ –определяют пространственное положение, плановые размеры и форму.

Картографические условные знаки (коды) подразделяются по:

- ▶ – условию кодирования на: аналоговые (площадные, линейные), границы которых на карте воссоздаются аналогично распространению этих объектов на местности , и собственно кодовые (внемасштабные) для изображения объектов, не выражающихся в масштабе карты;
- ▶ – способу кодирования на штриховые, шрифтовые, цифровые, фоновые, комбинированные.
- ▶ Кроме того, картографические знаки можно подразделить на знаки, применяемые для отображения элементов географической основы и тематического содержания.

## Способы изображения тематического содержания

- ▶ 1.Значковый способ.
- ▶ 2.Способ линейных знаков.
- ▶ 3.Способ качественного фона.
- ▶ 4.Способ количественного фона.
- ▶ 5.Способ изолиний.
- ▶ 6.Способ локализованных диаграмм.
- ▶ 7.Способ знаков движения.
- ▶ 8.Способ ареалов.
- ▶ 9.Точечный способ.
- ▶ 10.Способ картограммы.
- ▶ 11.Способ картодиаграммы.

- ▶ **Способ значков** применяется для изображения объектов, локализованных в пунктах и не выражающихся в масштабе карты (населенные пункты, промышленные предприятия и т. п.). Различают три вида значков — геометрические (простые и структурные), буквенные и наглядные, которые показывают местоположение объекта, его качественные и количественные характеристики посредством формы, внутреннего рисунка, цвета и размера. Размеры значков не соответствуют площади, занимаемой на карте объектами, они позволяют только определить местоположение, свойства, динамику объекта.

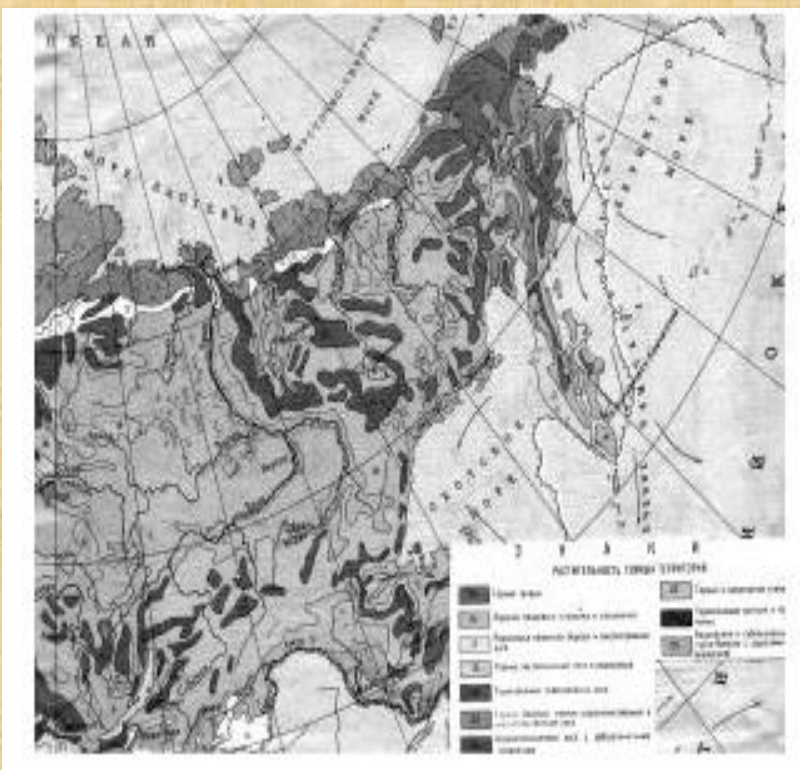


- ▶ **Способ линейных знаков** применяется для изображения на картах различных линейных объектов, практически не имеющих ширины или ширина которых не выражается в масштабе карты. К таким объектам относятся границы, реки, трубопроводы и др. Для передачи качественных и количественных характеристик объектов используют рисунок, цвет, структуру линейных знаков.





- ▶ **Способ качественного фона** применяется на картах для подразделения территории на однородные в качественном отношении участки, выделяемые по тем или иным природным, экономическим или политико–административным признакам.



Он используется для характеристики явлений, имеющих сплошное распространение по земной поверхности (климат, растительность), занимающих на ней значительные площади (почвенный покров) или имеющих массовое распределение (население). На карте это достигается раскраской площадей различными цветами или различными видами штриховки. Иногда фоновая окраска может совмещаться со штриховкой.

- ▶ **Способ количественного фона** применяется на картах для подразделения территории по одному или нескольким количественным показателям.
- ▶ Этими показателями могут быть: густота (поселений, речной сети), плотность (населения), доля в процентах (земель, посевных площадей) в общей площади района или сельскохозяйственного предприятия; различные экономические показатели, отнесенные либо к площади района, либо к числу жителей, либо к поголовью скота и т. п. (например сбор зерна с одного гектара площади, количество коек в больницах на 100 жителей).
- ▶ При этом изображенную на карте территорию разделяют на отдельные участки в соответствии со значениями показателя. Для каждого участка указывают количественную характеристику показателя согласно установленной ступенчатой шкале. Так же, как и для способа качественного фона, на карте используют окраску (или штриховку) площадей участков территории различным цветовым фоном. В отличие от способа качественного фона окраску выполняют разной по насыщенности. С увеличением количественного значения показателя увеличивается насыщенность цвета или плотность штриховки.

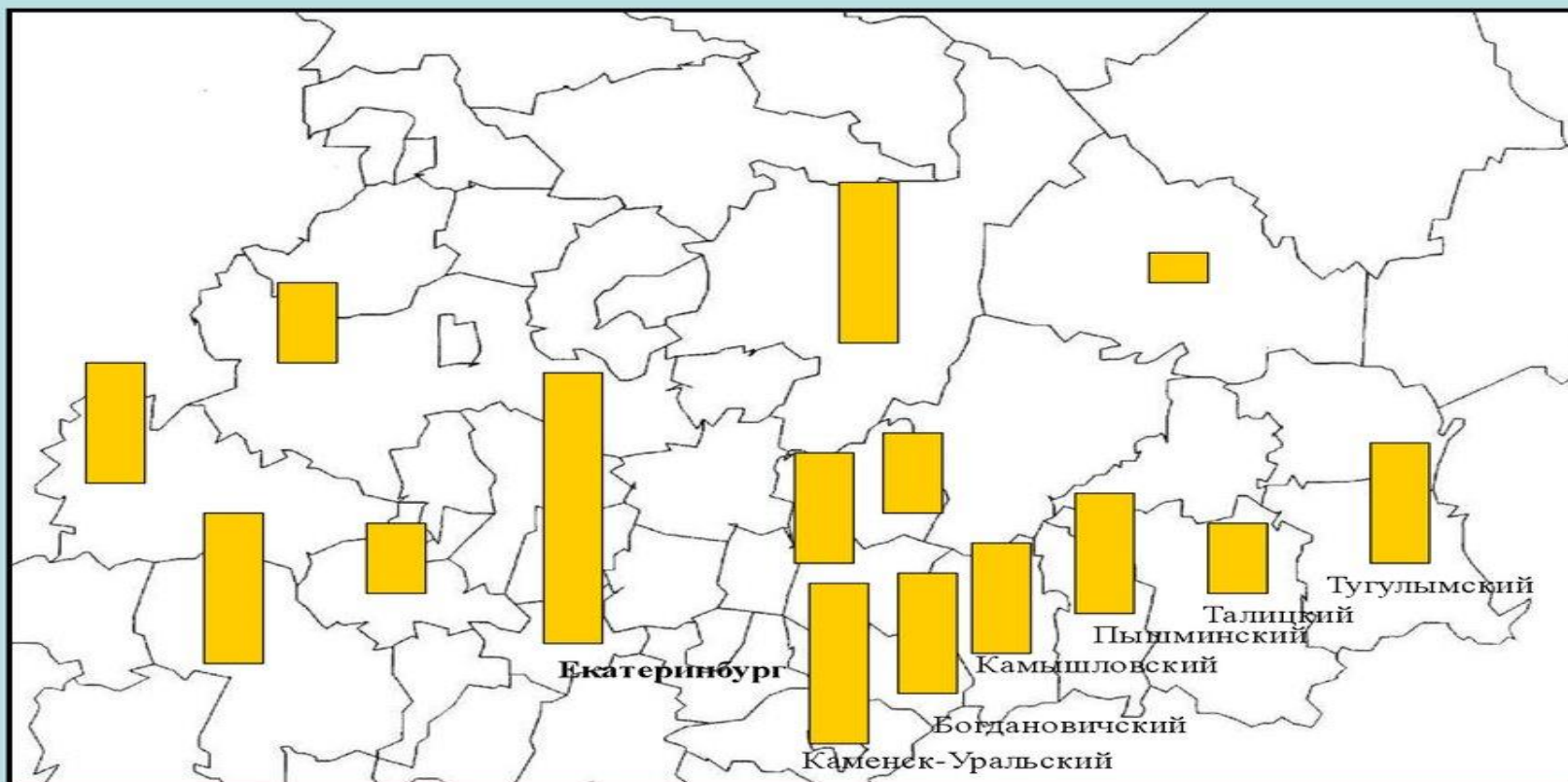


- ▶ **Способ изолиний** применяется для изображения на картах явлений, имеющих сплошное, непрерывное и при этом более или менее плавное распределение на значительной территории. Изолинии — это линии равных значений какого-либо количественного показателя. Это очень удобный, гибкий и высокоинформативный способ изображения. Он позволяет передать не только количественные характеристики явлений, но и их динамику, перемещение, связь одних явлений с другими. Изолинии применяют для реальных непрерывных (рельеф суши и морского дна, температура, количество осадков) и условно-непрерывных (плотность населения, густота овражнобалочной сети) явлений.



- ▶ **Способ локализованных диаграмм** способ изображения, при котором диаграммы привязаны к определенным пунктам. Но при этом характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую к ним территорию. Например, локализованные диаграммы, показывающие динамику метеорологических явлений. Они относятся к пунктам расположения метеостанций и дают представление о климате данного района.

Пример построения карты методом локализованной диаграммы



- ▶ **Способ знаков движения** применяется для отображения на картах пространственных перемещений (морских течений, перевозок и т.п.). Этим способом можно изображать различные по характеру объекты, например, точечные (движение отдельного корабля), линейные (перемещение атмосферных фронтов), площадные (перемещение ледников), а также направления, количество, скорость перемещения, структуру перевозимого груза и другие данные. Для отображения применяются стрелки (векторы) и полосы (эпюры) разного цвета, рисунка, ширины.



- ▶ **Способ ареалов** применяется в тех случаях, когда необходимо обозначить район, в пределах которого распространены те или иные однородные объекты (полезные ископаемые, сельскохозяйственные культуры, животные и т.д.). Для передачи ареала на карте используют различные приемы: ограничение ареалов сплошной или пунктирной линией, окраску ареала, штриховку, надписи в пределах ареала, отдельный рисунок или иные графические приемы для указания пределов распространения явления.



- ▶ **Точечный способ** способ изображения на картах явлений рассеянного распространения, неравномерно размещенных на обширных площадях. Для реализации этого способа на карте используют большое число точек. Каждая из них имеет определенный "вес".

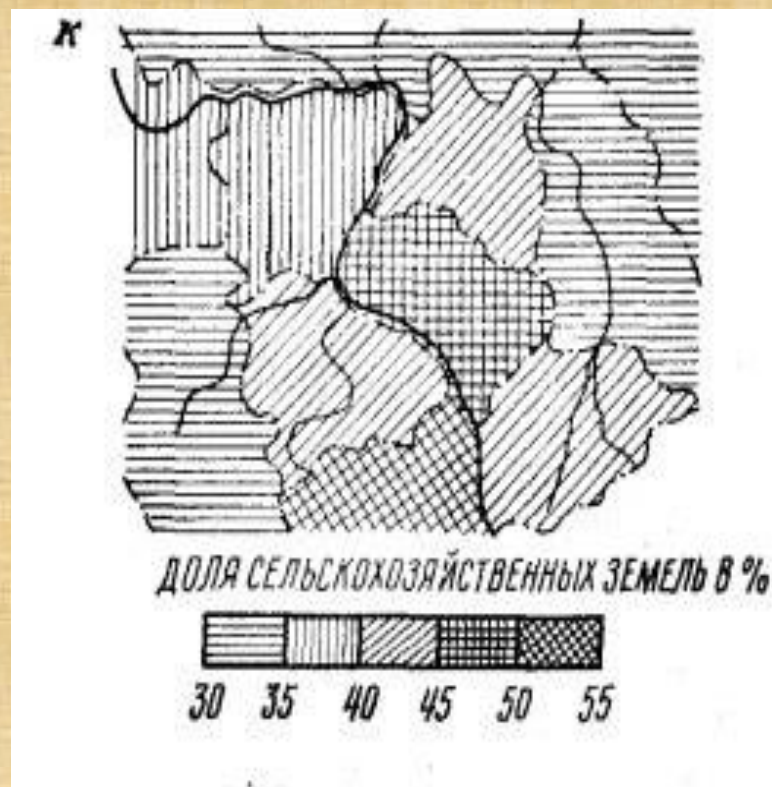


Рис. 18. Пример использования точечных знаков

- ▶ **Способ картограммы** применяется для отображения относительных показателей по ячейкам территориального, чаще всего административного деления. Относительными показателями могут быть: доля (земель, посевных площадей) в общей площади области, района или сельскохозяйственного предприятия, другие расчетные показатели, изображающие среднее значение показателя по административным, территориальным или хозяйственным единицам.

Показатели изображаются на карте окраской или штриховкой в пределах этих административно-территориальных единиц.

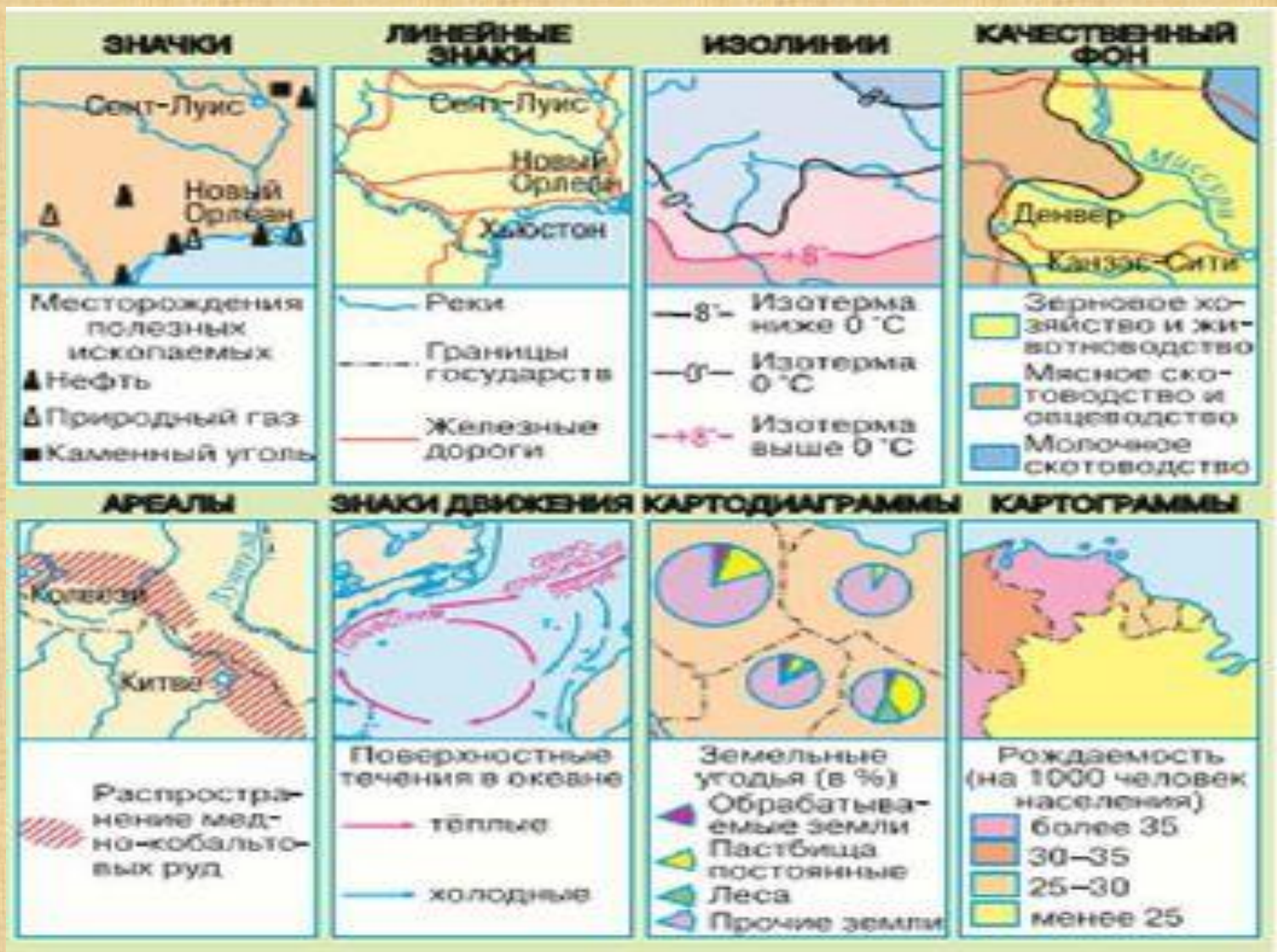
С увеличением значения показателя увеличивается насыщенность цвета или плотность штриховки.





- ▶ **Способ картодиаграмм** применяется для изображения абсолютных показателей в пределах административно-территориальных единиц. Такими показателями могут быть число жителей по районам, сельскохозяйственным предприятиям или площади под сельскохозяйственными угодьями, культурами и т.д. Для графического оформления на карте используются диаграммные знаки в виде окружностей, квадратов или других геометрических фигур, размеры которых зависят от величины показателя.





## Картографические шкалы

По своему виду числовые шкалы делятся на:

- ▶ –абсолютные, когда размер знака соизмерим или пропорционален картографическим показателям. Например, площадь кружка или площадь контура могут быть связаны зависимостью, пропорциональной квадратному или кубическому корню и т.д.
- ▶ –условные, когда зависимость между числовой и графической частью условная, ранговая, не строгая, не пропорциональная.

Абсолютные шкалы более наглядны, но громоздки.

- ▶ Те и другие шкалы по структурному признаку делятся на:
- ▶ –непрерывные – когда размер знака или интервал ступени изменяется непрерывно вслед за изменением величины объекта;
- ▶ –ступенчатые – когда размер знака, постоянный в пределах каждой ступени, возрастает скачком при переходе к следующей ступени.

Ступенчатые шкалы могут быть:

- ▶ а) равноинтервальными (равношаговыми); б) равновариантными (равновероятными);
- ▶ в) закономерно возрастающими (убывающими); г) комбинированными; д) произвольными;

- ▶ **Равноинтервальные** имеют одинаковый для всех ступеней интервал и строятся по правилу арифметической прогрессии.

0 – 5,0

5,1-10

10,1-15

15,1-20

$l_1=l_2=\dots=l_5$  , т.е. интервал =5.

$\epsilon = 0,1$

**Равновариантные** – все ступени содержат одинаковое число значений (наблюдений) показателя.

**Шкалы с закономерно возрастающим показателем** строятся по правилу геометрической или алгебраической прогрессии: 2-4; 4-8; 8-16; 16-32 и т.д.

**Комбинированные** – сочетают свойства вышеназванных шкал. Непрерывные шкалы применяются при составлении карт, по которым предусматривается решение инженерных задач (проектирование, вынос проекта в натуру, анализ и т.д.).

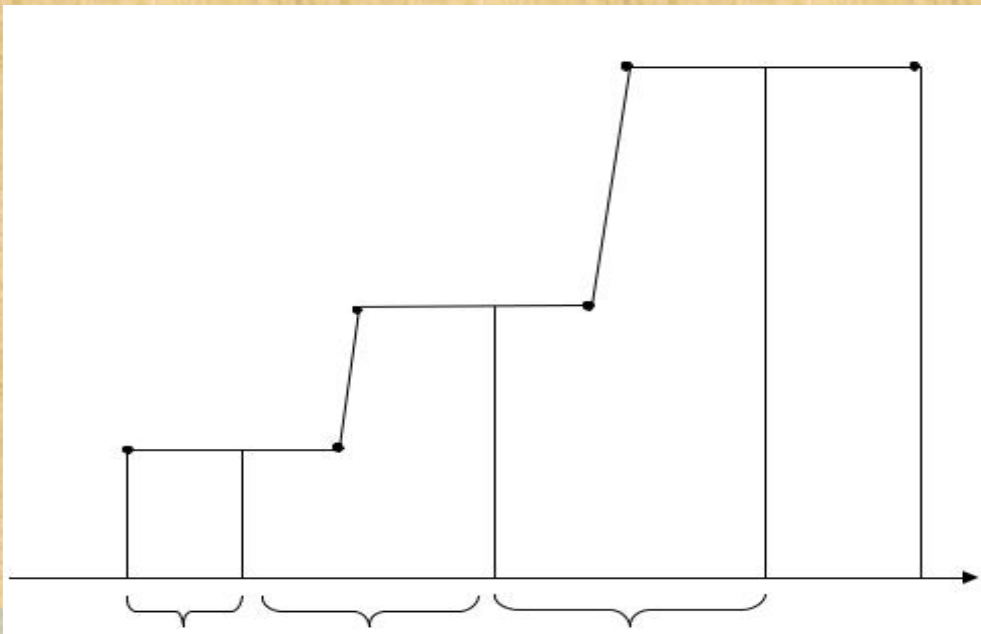
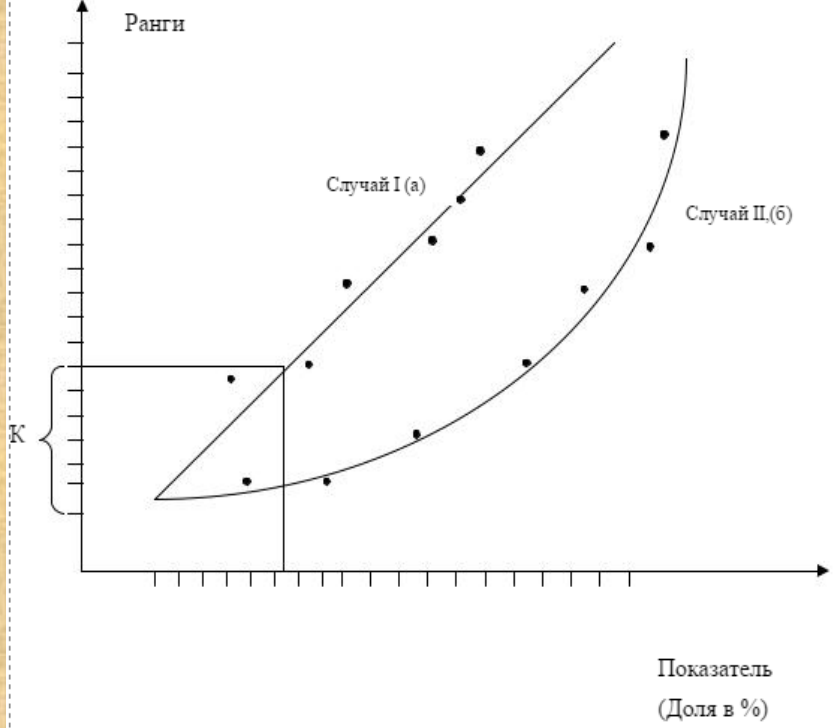
- ▶ Существуют различные методики разработки числовых шкал, однако ниже мы рассмотрим только одну из них, которая применяется для разработки условной ступенчатой шкалы при составлении карты по статистическим данным.
- ▶ 1. Определяется число ступеней по формуле:

$$n = 5 \lg N$$

где  $N$  – количество наблюдений или число картографических показателей.

2. Строится график ранг-значений, для чего ранг, равный единице, присваивается максимальному значению показателя, второй – второму по величине и т.д. На оси  $X$  откладывают значения показателя, а на оси ординат – ранги значений.

№	Показатель	Ранги
1.	12,8	7
2.	16,6	6
3.	69,9	1
4.	25,4	5
5.	9,1	8
6.	4,8	9
7.	32,3	4
8.	44,8	3
9.	58,2	2
.....	.....	
N	27,3	



## Картографические методы использования карт.



Картографический метод исследования – относительно новый раздел картографии, в котором рассматриваются проблемы использования карт в научной и практической деятельности.

Широкое использование картографического метода исследования привело к возникновению множества научно-технических приемов анализа карт.

Издавна наибольшее развитие получила картометрия, долгое время считавшаяся самостоятельным разделом картографии. С 50-х годов для анализа карт стали широко применять математическую статистику. Сейчас почти все разделы математической статистики и теории вероятности применяются в картографическом анализе. Позднее для обработки карт начали применять и другие разделы математики: численный анализ, теорию информации, теорию графов, математическую логику и др.



## Классификация методов анализа карт.

*Из наиболее употребительных методов можно назвать следующие:*

- ▶ **Графические приемы** – включают построение по картам профилей, разрезов, графиков, диаграмм, 3-хмерных моделей.
- ▶ **Описания** – способ качественной характеристики явлений, изображенных на карте. Позволяет получить общее представление об изучаемом предмете.
- ▶ **Графоаналитические приемы** – предназначены для измерения по картам координат, длин, углов, площадей, объемов, формы (вытянутость, извилистость, кривизна, густота, концентрация).
- ▶ **Математическое моделирование** – имеют целью построение и анализ моделей по данным, снятым с карты.

## **Графические приемы**

- ▶ Включают, в основном, построение различных профилей, двухмерных или трехмерных графиков и диаграмм, которые дополняют и иллюстрируют методы описательного характера.

## **Описания по картам**

- ▶ основанные, по существу, на визуальном анализе карт ни в коей мере не преследуют цель перевести компактный и многообразный язык карты в текстовый вид, поскольку такие действия граничат с анахронизмом, если не с форменной глупостью. Описания необходимы для более полного и всестороннего изучения объекта картографирования или картографируемого явления, для характеристики особенностей его размещения и выявления взаимосвязей, они «... отличаются отбором и систематизацией фактов, введением элементов сравнения и аналогий»

Описывать элементы местности картографируемого района следует последовательно, в определенном порядке, а именно:

- ▶ —элементы гидрографии,
- ▶ —населенные пункты,
- ▶ —дорожную сеть,
- ▶ —рельеф,
- ▶ —растительность и грунты,
- ▶ —границы.

Элементы гидрографии. Из элементов гидрографии следует указать на наличие морей, рек и их притоков, каналов и канав, озер и прудов, водохранилищ, ключей, родников, колодцев и т. д.

Населенные пункты. Все населенные пункты, расположенные на территории данного района, характеризуются по типу поселения (города, поселки городского типа, поселки сельского типа), их величине, количеству жителей и густоте распределения.

Дорожная сеть. Все дороги должны быть охарактеризованы по их типу (железные, шоссейные, улучшенные грунтовые и грунтовые — проселочные, полевые, лесные, зимние и др.). В свою очередь, каждый тип дорог может быть наделен более подробной характеристикой.

Рельеф. Сначала следует определить общий характер рельефа картографируемого района (равнинный, холмистый или горный).

Растительность и грунты. Прежде всего по карте перечисляются все виды растительности и угодий, имеющиеся в данном районе (леса, лесные и кустарниковые полосы, кустарники, сенокосы, пашня, сады, виноградники, технические культуры и др.), а затем даются характеристики каждому виду растительности или угодья. Так, например, леса могут быть: лиственные, хвойные, смешанные, редкие, вырубленные, горелые, буреломы, поросль, лесные питомники.

Закончив характеристику всех видов растительности и угодий, переходят к грунтам данного района (болота, пески, солончаки и т. д.). Для болот, например, следует указать их местоположение, степень проходимости, глубину, имеющуюся растительность. Для других видов грунтов указывается их местоположение и занимаемая ими площадь.

Границы. В этом разделе дают характеристику всех видов границ (государственных, республик, административных краев и областей, районов и др.) и ограждений (изгороди, ограды, заборы и др.), имеющихся на территории данного района.

## Графоаналитические приемы

Такие графоаналитические приемы как картометрия и морфометрия используются для непосредственных измерений по карте различных метрических характеристик, а также расчета показателей формы объектов, таких как: очертания, кривизна линий и поверхностей, горизонтальное и вертикальное расчленение, пластика рельефа, экспозиция склонов, плотность распределения, густота, однородность, некоторые стоимостные показатели и др.

В качестве примера приведем расчет некоторых морфометрических показателей, которыми, как правило, сопровождаются описания картографируемой территории.

При описании гидрографии приводят расчеты примерной густоты речной сети и густоты распределения водоемов на территории картографируемого района.

Густота речной сети рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{гр} = L_{км} / P_{км^2} ,$$

- ▶ где  $K_{гр}$  — коэффициент густоты речной сети картографируемого района;
- ▶  $L_{км}$  — длина всех рек, каналов и канав района (в километрах) ;
- ▶  $P_{км^2}$  — площадь всего района картографирования (в квадратных километрах).

Длина рек определяется по топографической карте в пределах всей трапеции, а площадь района берется равной площади трапеции данной карты.



Густоту распределения водоемов (прудов, озер и др.) по территории картографируемого района можно определить по формуле:

$$\blacktriangleright K_{гв} = R_{км2} / n,$$

- ▶ где  $K_{гв}$  — коэффициент густоты водоемов;
- ▶  $n$  — количество всех водоемов на территории данного района.

Залесенность района (в процентах) определяется по формуле:

$$\blacktriangleright П = R_{л} \cdot 100\% / R_{км2},$$

- ▶ где  $П$  — процент залесенности;
- ▶  $R_{л}$  — площадь (в кв. км), занимаемая лесом;
- ▶  $R_{км2}$  — общая площадь района картографирования.
- ▶ При характеристике формы ареала используют коэффициент  $f$ ,
- ▶ пропорциональный отношению квадрата периметра объекта  $s^2$  к его площади  $P$ .

$$\blacktriangleright f = s^2 / 4\pi P.$$

Результат вычисления по данной формуле позволяет сопоставить форму изучаемого объекта с кругом, показатель формы которого равен единице.

Для простых геометрических фигур коэффициент  $f$  равен: окружность – 1,00; квадрат – 1,27; шестиугольник – 1,10; равносторонний треугольник = 1,65.

Таким образом, чем больше отклонение рассматриваемой фигуры от формы круга, тем больше значение показателя  $f$ .

## ▶ Математическое моделирование

Обработка картографического изображения методами математической статистики преследует три цели:

- изучение характеристик и функции распределения явления;
- изучение формы и тесноты связи между явлениями;
- оценка степени влияния отдельных факторов на изучаемое явление и выделение ведущих факторов.

Для оценки форм и тесноты связи между явлениями на двух или более тематических картах широко применяется прием из математической статистики, который носит название корреляционного анализа.



Наиболее прост для вычислений и дает хорошую достоверную оценку ранговый коэффициент корреляции. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена вычисляется по формуле:

$$\gamma = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (Pa_i - Pb_i)^2}{n^3 - n}$$

где  $Pa_i$ ,  $Pb_i$  - ранги значений показателей  $a_i$  и  $b_i$  шкал на картах А и В;  $n$  – объем выборки.

По смыслу коэффициент  $\gamma$  близок к коэффициенту корреляции и выражает степень близости исследуемой зависимости двух явлений к линейной зависимости и измеряется в диапазоне от +1 до -1. При  $\gamma = 0$  – связь отсутствует, при  $\gamma \geq 0.7$  -связь считается существенной.



- ▶ Ранги получают путем нумерации по порядку ступеней шкалы, т.е. самому большому численному значению шкалы присваивается ранг 1 и т. д.
- ▶ Для выборки данных применяется точечная палетка и прием скользящего окна размером не менее 5x5 точек. Расстояние между точками таково, чтобы в самый минимальный по площади контур попала хотя бы одна точка .
- ▶ Вычисления сводятся в таблицу, а по конечным результатам вычисления коэффициента  $\gamma_i$  строится карта изокоррелят.



Благодарю  
за  
внимание!

