

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «Пермский государственный университет»

*Кафедра физической географии
и ландшафтной экологии*

ОСНОВЫ КАРТОГРАФИИ

Методические указания



Пермь 2008

Составитель: канд. геогр. наук, доц. ***Н.В. Бажукова***

Основы картографии: метод. указ. / сост. Н.В. Бажукова; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2008. – 54с.

Издание содержит учебные материалы, практические работы, задания для студентов заочного отделения, экзаменационные вопросы, а также список рекомендуемой литературы.

Предназначено для студентов географического факультета.

Рис. 13. Табл. 12. Библиогр. 10 назв.

Печатается по постановлению методической комиссии географического факультета Пермского государственного университета

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ИСКАЖЕНИЙ

При практической работе с картой географ должен хорошо знать математические основы ее построения, уметь определять наиболее распространенные картографические проекции по виду сетки параллелей и меридианов, вычислять размеры искажений географических объектов на картах и вносить поправки в измеренные по картам величины.

Геометрические законы построения и геометрические свойства картографического изображения определяются *математической основой*, элементами которой являются масштаб, геодезическая основа, картографическая проекция и компоновка.

Масштаб определяет степень уменьшения длин при переходе от натуры к изображению. Масштаб показывает во сколько раз уменьшено картографическое изображение, т. е. сколько сантиметров на местности содержится в одном сантиметре на карте.

Геодезическая основа определяет переход от физической поверхности Земли к условной поверхности эллипсоида (или шара), а также обеспечивает правильное положение изображаемых на карте объектов по широте, долготе, высоте.

Картографическая проекция определяет переход от поверхности эллипсоида (или шара) к плоскости, а также закон распределения искажений, возникающих при этом на карте.

Компоновка определяет целесообразное и рациональное размещение элементов карты внутри рамки и на полях.

Поверхность эллипсоида нельзя развернуть в плоскость с сохранением подобия всех очертаний. Если поверхность глобуса (модель земного эллипсоида) разрезать на полоски по меридианам и развернуть в плоскость, то в картографическом изображении произойдут разрывы, которые с удалением от экватора будут возрастать (рис. 1). Чтобы заполнить эти разрывы по меридианам, необходимо производить растяжение или сжатие полосок (рис. 2).

В результате растяжений или сжатий в картографическом изображении возникают искажения в длинах, площадях, формах и углах. Линии или точки касания поверхности эллипсоида с плоскостью, изображаемые без искажений, называют *линиями, или точками нулевых искажений*, а масштаб на этих линиях или в точках – *главным масштабом*. Масштабы в других местах карты называются *частными*. На карте всегда подписывается главный масштаб. Искажений на картах тем больше, чем больше изображаемая территория, а в пределах

одной карты искажения возрастают с удалением от линии или точки нулевых искажений.

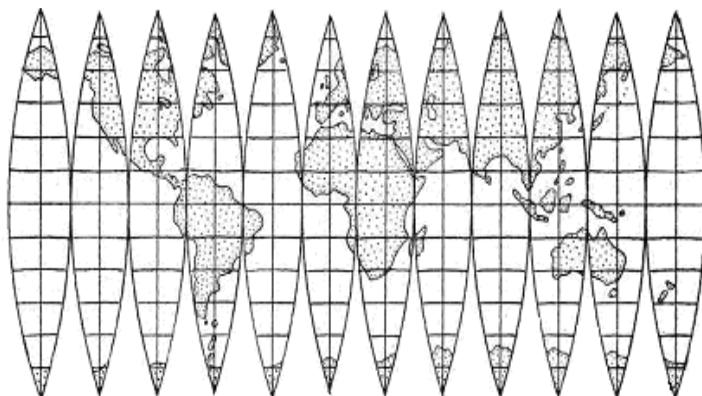


Рис. 1. Поверхность глобуса, разрезанная на полоски по меридианам. Полоски соединены на плоскости соприкосновением по экватору

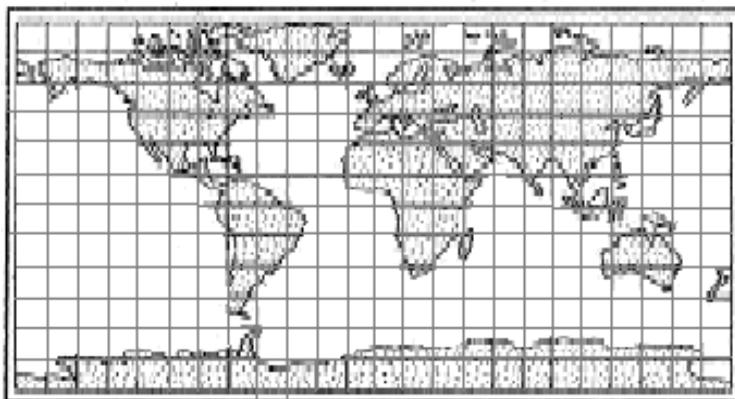


Рис. 2. Карта мира, полученная после заполнения разрывов равномерным растяжением

О размерах искажений позволяет судить *эллипс искажений*. Если с поверхности эллипсоида перенести на плоскость окружность бесконечно малого радиуса, то в результате искажений она изобразится бесконечно малым эллипсом. Размеры и степень вытянутости этого

эллипса по сравнению с окружностью отражают все виды искажений, свойственные карте в данном месте (рис. 3). В каждой точке географической карты имеются два взаимно перпендикулярных направления: по одному из них масштаб наибольший, по другому – наименьший. Они называются *главными направлениями*.

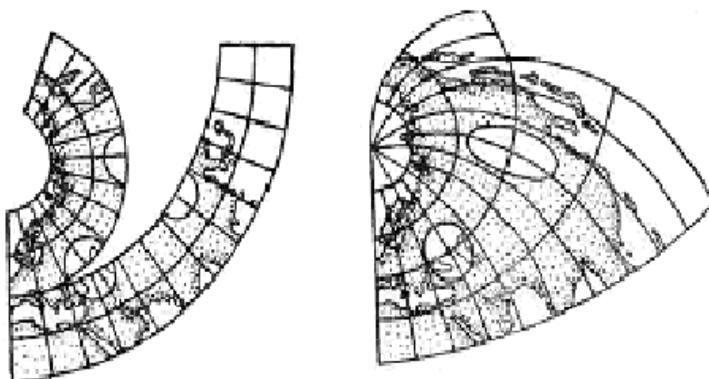


Рис. 3. Две окружности, лежащие на одной параллели, и переход их в эллипсы на плоскости

Картографические проекции

Картографическая проекция – это математически определенный способ изображения поверхности эллипсоида на плоскости, устанавливающий аналитическую зависимость между географическими координатами точек земного эллипсоида и прямоугольными координатами тех же точек на плоскости.

Картографические проекции обычно различают: 1) по характеру искажений; 2) по виду вспомогательной геометрической поверхности, применяемой при переходе от поверхности эллипсоида к плоскости (или по виду нормальной сетки); 3) по ориентировке этой поверхности по отношению к элементам земного эллипсоида (земной оси, экватору, полюсам).

По характеру искажений проекции делятся на равноугольные, равновеликие и произвольные (рис. 4).

Равноугольные - на карте отсутствуют искажения углов, а также формы бесконечно малых фигур. Масштаб длин в каждой точке постоянен по всем направлениям и зависит только от положения точки. Эл-

липы искажений – окружности, увеличивающие радиус по мере удаления от места нулевых искажений.

Равновеликие – на карте отсутствуют искажения площадей. В этих проекциях площади эллипсов искажений равны. Увеличение масштаба длин по одной оси эллипса искажений компенсируется уменьшением масштаба длин по другой оси, что вызывает сильное искажение углов и форм.

Произвольные – на карте имеются искажения и углов, и площадей. Карты, построенные в этих проекциях, отличаются меньшим искажением площадей, чем в равноугольных проекциях, и меньшим искажением углов и форм, чем в равновеликих проекциях. Среди произвольных проекций можно выделить **равнопромежуточные** проекции, во всех точках которых масштаб по одному из направлений (по параллелям или меридианам) постояен и равен главному.

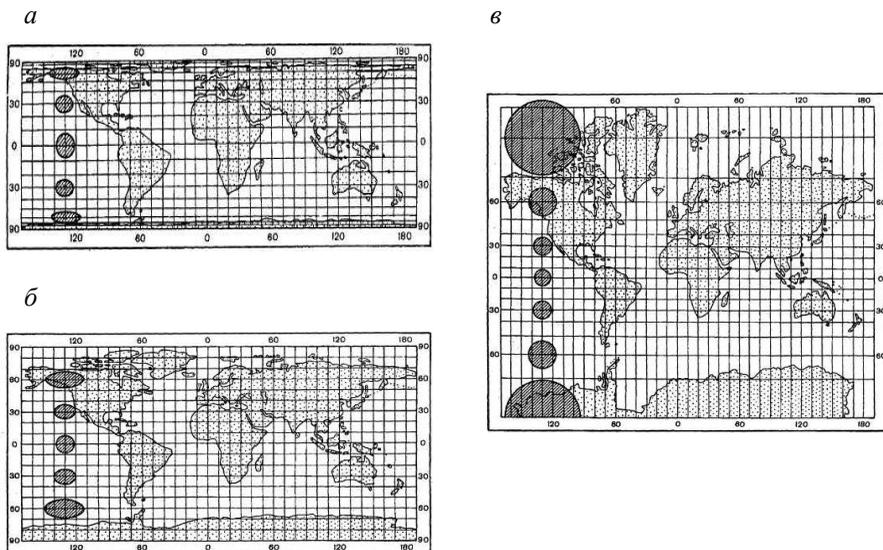


Рис. 4. Искажения в равновеликой (а), равнопромежуточной (б) и равноугольной (в) цилиндрических проекциях

По виду вспомогательной геометрической поверхности различают цилиндрические, конические и азимутальные проекции.

Цилиндрическими называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного или секущего цилиндра, затем цилиндр разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. В зависимости от ориентировки цилиндра относительно земной оси различают проекции:

а) *нормальные*, когда ось цилиндра совпадает с малой осью земного эллипсоида. Сетка: меридианы представляют собой равноотстоящие друг от друга параллельные прямые линии; параллели – прямые, перпендикулярные меридианам. Линия нулевых искажений – экватор. Поэтому в этих проекциях строят карты территорий, вытянутых вдоль экватора, или карты мира.

б) *поперечные*, когда ось цилиндра лежит в плоскости экватора (т. е. перпендикулярна малой земной оси). Линия нулевых искажений – меридиан касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

в) *косые*, когда ось цилиндра составляет с осью эллипсоида острый угол. Линия нулевых искажений – линия касания цилиндра и эллипсоида. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

Проекции, построенные на касательном цилиндре, имеют одну линию нулевых искажений, а проекции, построенные на секущем цилиндре, – две линии нулевых искажений (рис. 5).

Коническими называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного или секущего конуса, затем конус разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. В зависимости от ориентировки конуса относительно земной оси различают проекции:

а) *нормальные*, когда ось конуса совпадает с малой осью земного эллипсоида. Сетка: меридианы представляют собой прямые линии, расходящиеся из вершины конуса; параллели – дуги концентрических окружностей. Линия нулевых искажений – любая параллель касания, кроме экватора. Поэтому в этих проекциях строят карты территорий, вытянутых вдоль параллели касания. Например, карты России.

б) *поперечные*, когда ось конуса лежит в плоскости экватора (т. е. перпендикулярна малой земной оси). Линия нулевых искажений – меридиан касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

в) *косые*, когда ось конуса составляет с осью эллипсоида острый угол. Линия нулевых искажений – линия касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

Два последних вида проекций употребляются очень редко.

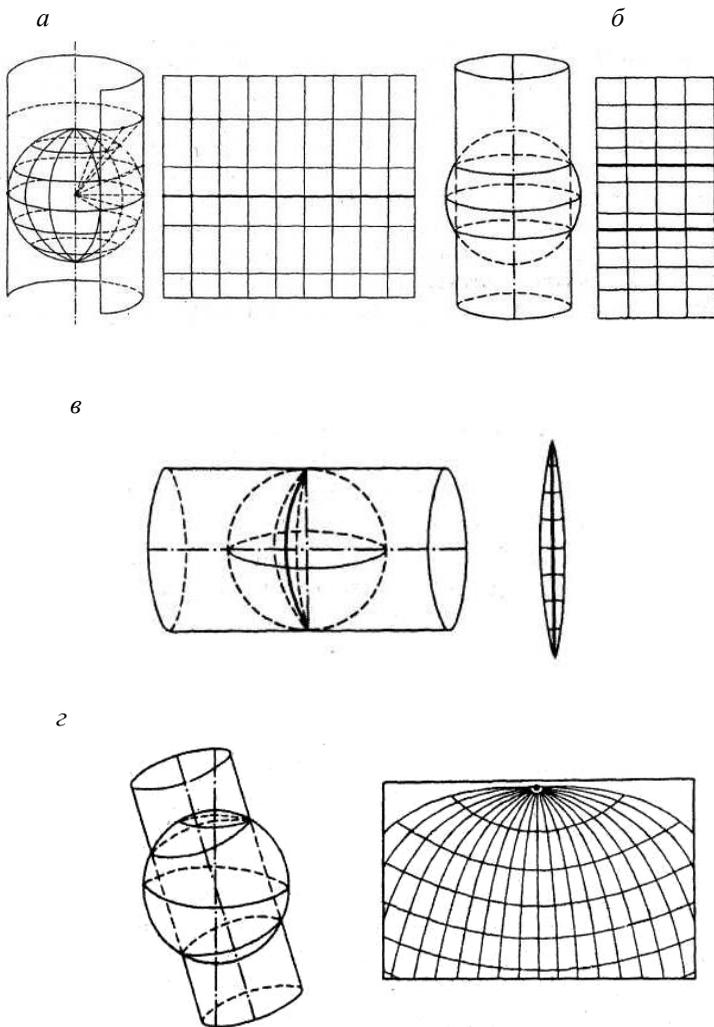


Рис. 5. Цилиндрические проекции (*a* – развертка нормальной цилиндрической проекции на касательном цилиндре; *б* – нормальная цилиндрическая проекция на секущем цилиндре; *в* – поперечная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре; *г* – косая цилиндрическая проекция на секущем цилиндре)

Проекции, построенные на касательном конусе, имеют одну линию нулевых искажений, а проекции, построенные на секущем конусе, – две линии нулевых искажений (рис. 6).

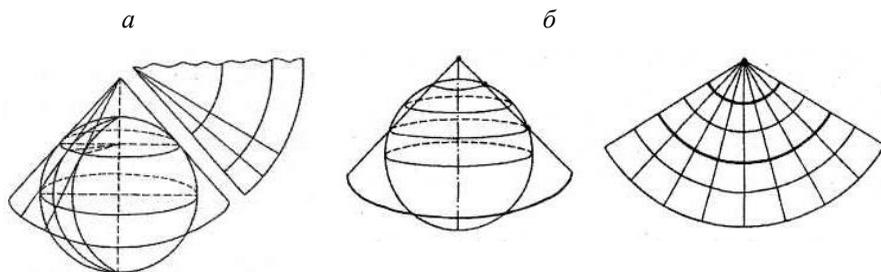


Рис. 6. Нормальная коническая проекция (а – проекция на касательный конус и развертка; б – проекция на секущий конус и развертка)

Азимутальными называют проекции, в которых сеть параллелей и меридианов переносится с поверхности эллипсоида на касательную (или секущую) картинную плоскость. Точка касания плоскости и земного эллипсоида является точкой нулевых искажений. В зависимости от положения точки касания, среди азимутальных проекций различают **простые**:

а) **полярные (нормальные)**, когда плоскость касается земного эллипсоида в одном из полюсов. Сетка: параллели – концентрические окружности с центром в точке полюса; меридианы – прямые линии, радиусы этих окружностей. Используются для построения карт Антарктиды и Северного Ледовитого океана.

б) **экваториальные (поперечные)**, когда плоскость касается эллипсоида в любой точке на экваторе. Сетка: средний меридиан и экватор – взаимно перпендикулярные прямые линии, остальные параллели и меридианы – кривые линии (иногда параллели изображаются прямыми линиями). В этих проекциях строят карты полушарий и Африки.

в) **горизонтальные (косые)**, когда плоскость касается эллипсоида в какой-либо точке, лежащей между полюсом и экватором. Сетка: средний меридиан, на котором расположена точка касания, – прямая линия; остальные меридианы и параллели – кривые линии. Эти проекции используются при построении карт материков, когда точка нулевых искажений находится в центре изображаемого материка (рис. 7).

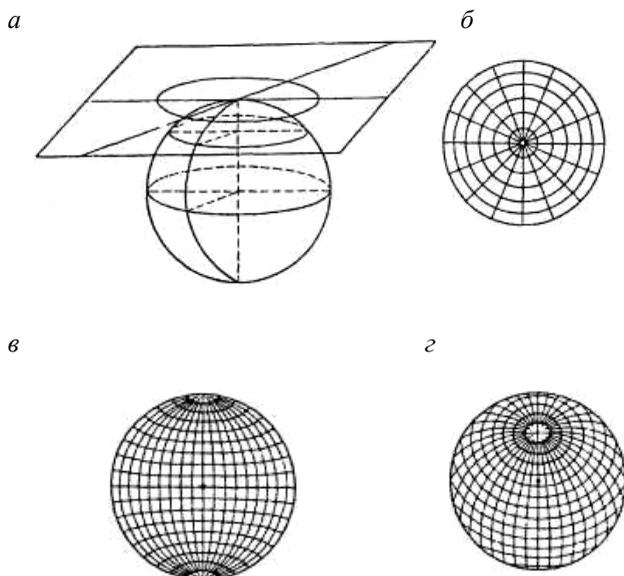


Рис. 7. Азимутальные проекции (*а* – нормальная проекция на плоскость; *б* – сетка в нормальной проекции; *в* – сетка в поперечной проекции; *г* – сетка в косой проекции)

В зависимости от положения центра проектирования (точки зрения) среди азимутальных проекций выделяют **перспективные** (рис.8):

а) *центральные (гномонические)* - центр проектирования расположен в центре Земли.

б) *стереографические* - центр проектирования расположен на конце диаметра Земли, противоположном точке касания.

в) *внешние* - центр проектирования находится вне поверхности Земли, но на определенном расстоянии.

г) *ортографические* - центр проектирования удален в бесконечность.

Поликоническими называют проекции, в которых проектирование сети параллелей и меридианов производится сразу на несколько конусов. Сетка: центральный меридиан и экватор – взаимно перпендикулярные прямые линии, остальные параллели – дуги эксцентрических окружностей, а меридианы – кривые линии (рис. 9). Используются при построении карт мира.

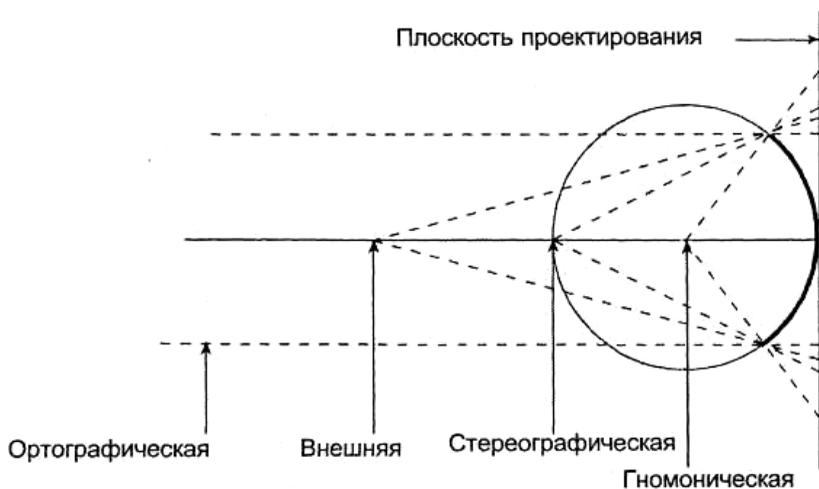


Рис. 8. Положение центра проектирования для азимутальных перспективных проекций

Условными называют проекции, при построении которых не прибегают к использованию вспомогательной геометрической поверхности. Сеть параллелей и меридианов строят исходя из каких-либо заданных условий. К условным проекциям принадлежат *псевдоцилиндрические*, *псевдоконические*, *псевдоазимутальные* и другие проекции, полученные путем преобразования исходных проекций (рис. 9).

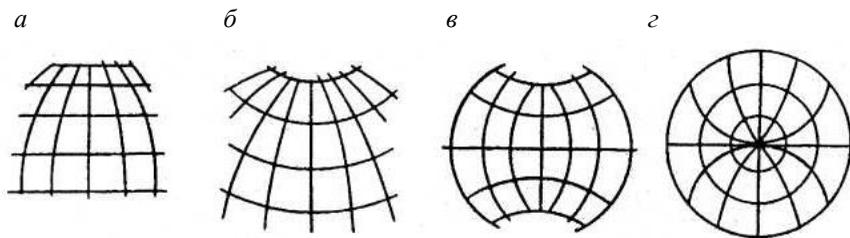


Рис. 9. Вид сетки меридианов и параллелей в разных картографических проекциях (*а* – псевдоцилиндрическая; *б* – псевдоконическая; *в* – поликоническая; *г* – псевдоазимутальная)

Практическая работа № 1
Расчет искажений на карте

Материалы и инструменты: контурная карта заданной территории, линейка, карандаш, циркуль-измеритель, калькулятор, транспортир.

Преподаватель называет карту и показывает места для расчета искажений – это два фрагмента картографической сетки, расположенные в разных участках карты. Узловые точки (место пересечения параллелей и меридианов) необходимо обозначить буквами А, В, С, D и А₁, В₁, С₁, D₁.

Задание:

1. Определить частные масштабы длин и рассчитать искажения длин в двух частях карты.
2. Рассчитать искажения площадей, форм, углов в заданных точках.
3. Построить эллипсы искажений в заданных точках.
4. Сделать вывод о характере размещения искажений на карте.
5. Определить проекцию, в которой построена данная карта.

1. При определении частных масштабов длин необходимо заполнить табл. 1.

Таблица 1

Определение частных масштабов

№ п/п	Наименование отрезков	Длина отрезков на карте, l (мм)	Натуральная величина отрезков, L (м)	Частные масштабы длин	Средний частный масштаб
1	AB				
2	CD				
3	BC				
4	AD				
5	A ₁ B ₁				
6	C ₁ D ₁				
7	B ₁ C ₁				
8	A ₁ D ₁				

Для этого необходимо измерить линейкой длину каждого отрезка на карте и записать значение в таблицу; используя табл. № 2, рас-

считать натуральную величину этих отрезков и также записать результаты. Разделив натуральную величину отрезка на его длину на карте, определить частные масштабы длин, которые необходимо записать в виде дроби численного масштаба. Найти среднее арифметическое и записать средний частный масштаб. Сравнить полученные значения с главным масштабом карты, сделать вывод об искажении длины.

2. По следующим формулам рассчитать искажения:

а) площадей (p) в точках А и А₁

$$p = m \times n \times \cos \varepsilon, \text{ где}$$

m – частный масштаб по меридиану в долях главного масштаба;

n – частный масштаб по параллели в долях главного масштаба.

$$\varepsilon = \Theta - 90^\circ, \text{ где}$$

ε – отклонение угла Θ от 90° ;

Θ – величина угла на карте между меридианом и параллелью

(рис. 10).

$m = l_{AB} / L_{AB} \times M, \quad n = l_{AD} / L_{AD} \times M, \text{ где } M \text{ – знаменатель главного масштаба.}$

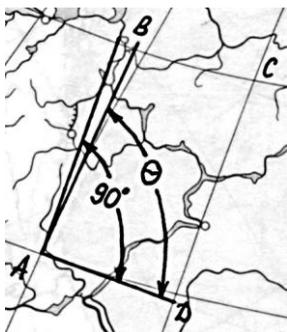


Рис. 10. Определение отклонения угла между параллелью и меридианом

б) форм (k) в точках А и А₁

$k = a / b$, где a – наибольший масштаб;

b – наименьший масштаб.

$$a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2p}$$

$$a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2p}$$

Продолжение табл.3

9	109 960	8 – 9	110 600
10	109 641	9 – 10	110 607
11	109 289	10 – 11	110 613
12	108 904	11 – 12	110 620
13	108 487	12 – 13	110 629
14	108 036	13 – 14	110 636
15	107 552	14 – 15	110 646
16	107 036	15 – 16	110 656
17	106 488	16 – 17	110 666
18	105 907	17 – 18	110 676
19	105 294	18 – 19	110 689
20	104 649	19 – 20	110 700
21	103 972	20 – 21	110 712
22	103 264	21 – 22	110 726
23	102 524	22 – 23	110 739
24	101 753	23 – 24	110 753
25	100 952	24 – 25	110 767
26	100 119	25 – 26	110 783
27	99 257	26 – 27	110 797
28	98 364	27 – 28	110 814
29	97 441	28 – 29	110 829
30	96 488	29 – 30	110 846
31	95 506	30 – 31	110 863
32	94 495	31 – 32	110 880
33	93 455	32 – 33	110 898
34	92 386	33 – 34	110 915
35	91 290	34 – 35	110 934
36	90 165	35 – 36	110 951
37	89 013	36 – 37	110 971
38	87 834	37 – 38	110 989
39	86 628	38 – 39	111 007
40	85 395	39 – 40	111 027
41	84 137	40 – 41	111 047
42	82 852	41 – 42	111 065
43	81 542	42 – 43	111 085
44	80 208	43 – 44	111 104
45	78 848	44 – 45	111 124
46	77 465	45 – 46	111 144
47	76 057	46 – 47	111 163
48	74 627	47 – 48	111 182
49	73 173	48 – 49	111 202
50	71 697	49 – 50	111 221
51	70 199	50 – 51	111 241
52	68 679	51 – 52	111 260
53	67 138	52 – 53	111 278

Окончание табл.3

54	65 577	53 – 54	111 298
55	63 995	54 – 55	111 316
56	62 394	55 – 56	111 335
57	60 773	56 – 57	111 353
58	59 134	57 – 58	111 370
59	57 476	58 – 59	111 388
60	55 801	59 – 60	111 406
61	54 108	60 – 61	111 423
62	52 399	61 – 62	111 439
63	50 674	62 – 63	111 455
64	48 933	63 – 64	111 472
65	47 176	64 – 65	111 487
66	45 405	65 – 66	111 502
67	43 621	66 – 67	111 516
68	41 822	67 – 68	111 531
69	40 011	68 – 69	111 544
70	38 187	69 – 70	111 558
71	36 352	70 – 71	111 570
72	34 505	71 – 72	111 582
73	32 647	72 – 73	111 594
74	30 780	73 – 74	111 605
75	28 902	74 – 75	111 615
76	27 016	75 – 76	111 625
77	25 122	76 – 77	111 634
78	23 219	77 – 78	111 643
79	21 810	78 – 79	111 651
80	19 394	79 – 80	111 658
81	17 472	80 – 81	111 665
82	15 544	81 – 82	111 671
83	13 612	82 – 83	111 677
84	11 675	83 – 84	111 681
85	9 735	84 – 85	111 686
86	7 791	85 – 86	111 689
87	5 846	86 – 87	111 691
88	3 898	87 – 88	111 694
89	1 949	88 – 89	111 695
90	0 000	89 – 90	111 695

Таблица 4

Характеристика проекций картографических сеток мировых карт

Форма рамки или вид всей сетки	Изображение меридианов и параллелей	Изменение промежутков между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Сетка и рамка - прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Прямые линии	Сильно увеличиваются: между параллелями 60° и 80° приблизительно в три раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная равноугольная цилиндрическая Меркатора
		Увеличиваются: между параллелями 60° и 80° приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая Урмаева 1945 г.
		Увеличиваются: между параллелями 60° и 80° приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая Урмаева 1948 г.
		Увеличиваются: между параллелями 60° и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая Голла (БСАМ)
Рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые линии	Увеличиваются: между параллелями 70° и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	Псевдоцилиндрическая ЦНИИГ АиК
		Увеличиваются: между параллелями 60° и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая Урмаева
	Параллели – дуги эллиптических окружностей, меридианы – кривые линии	Сохраняются равными	Поликоническая ЦНИИГ АиК
	Параллели и меридианы – дуги окружностей	Увеличиваются: между параллелями 60° и 80° почти в 1,2 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Поликоническая ЦНИИГ АиК (для БСЭ)
Сетка и рамка – эллипс, полюс изображается -	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые	Увеличиваются: между параллелями 70° и 80° приблизительно в 2,3 раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	Круговая Гринтера
		Уменьшаются: между полюсом и параллелью 80° расстояние в 2,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Равновеликая псевдоцилиндрическая Мольвейде

Окончание табл.4

точкой	Параллели и меридианы – кривые линии	Уменьшаются: приполярный промежуток составляет приблизительно 0,7 приэкваториального	Произвольная равновеликая Аитова-Гаммера
Сетка с разрывами, полюс изображается несколькими точками	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые линии	Уменьшаются: между полюсом и параллелью 80° расстояние в 2,5 раза меньше, чем между экватором параллелью 10°	Равновеликая псевдоцилиндрическая Мольвейде-Гуда с разрывами
Сетка с разрывами, полюс изображается рядом прямых линий		Уменьшаются: между полюсом и параллелью 80° примерно в 6 раз меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Равновеликая псевдоцилиндрическая синусоидальная БСАМ с разрывами

Таблица 5

**Характеристика проекций картографических сеток
восточного и западного полушарий**

Изменение промежутков по среднему меридиану и экватору от центра полушария к его краям	Изображение параллелей	Название проекции
Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,7	Кривые линии, увеличивающие кривизну с удалением от среднего меридиана к крайним	Равновеликая экваториальная азимутальная Ламберта
Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,8		Экваториальная азимутальная Гинзбурга
Равны		Экваториальная азимутальная равнопромежуточная Постеля
Увеличиваются от 1 приблизительно до 2	Дуги окружностей	Равноугольная экваториальная стереографическая азимутальная
Сильно уменьшаются	Прямые линии	Экваториальная ортографическая азимутальная

Таблица 6

Характеристика проекций картографических сеток карт России и СНГ

Изображение меридианов и параллелей	Изменение промежутков между параллелями по прямому меридиану	Дополнительные сведения о проекции	Название проекции
Параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – прямые линии	Увеличиваются от средней широты России к северу и к югу	Точка Северного полюса может быть получена в пересечении меридианов	Равноугольная нормальная коническая Ламберта – Гаусса
	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в 90° примерно на величину 3°	Нормальная коническая равнопромежуточная Красовского
	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в 90° примерно на величину 6°	Нормальная коническая равнопромежуточная Каврайского
Параллели и меридианы – кривые линии	Увеличиваются к северу между полюсом и параллелью 80° в 1,3 раза больше, чем между параллелями 40° и 50°	Прямой меридиан – 100° восточной долготы. Сетка зрительно передает шарообразность Земли	Косая перспективно-цилиндрическая Соловьева
	Равны	Прямой меридиан – 120° восточной долготы. Остальные - кривые. Многие меняют направление выпуклости	Косая цилиндрическая равнопромежуточная ЦНИИГАиК
	Практически равны	Прямой меридиан – 90° восточной долготы	Косая азимутальная ЦНИИГАиК
	Незначительно уменьшаются от средней широты России к северу и к югу	Прямой меридиан – 100° восточной долготы. Остальные - кривые, многие меняют направление выпуклости	Косая перспективно-цилиндрическая ЦНИИГАиК
Параллели – дуги эксцентрических окружностей, меридианы – кривые линии	Уменьшаются от юга к северу. Между полюсом и параллелью 80° составляют 0,9 величины расстояния между параллелями 40° и 50°	Прямой меридиан – 90° восточной долготы	Видоизмененная поликоническая Салмановой

Таблица 7

Характеристика проекций картографических сеток карт Азии, Северной Америки и Африки

Изменение промежутков между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и к югу	Изображение параллелей	Изменение промежутков между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Изображение экватора	Название проекции
Уменьшаются	Кривые линии, увеличивающие кривизну с удалением от среднего меридиана к западу и к востоку	Увеличиваются	Кривая линия	Равновеликая горизонтальная азимутальная Ламберта
			Прямая линия	Равновеликая экваториальная азимутальная Ламберта
Равны	Дуги концентрических окружностей	Остаются постоянными	Кривая линия	Равновеликая псевдоконическая Бонна
	Прямые линии		Прямая линия	Равновеликая псевдоцилиндрическая синусоидальная Сансона

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории. Это неотъемлемое свойство всех картографических изображений.

Факторами генерализации являются масштаб карты, ее содержание (тематика), назначение и особенности картографируемой территории.

Влияние масштаба карты проявляется в том, что при переходе от крупного изображения к мелкому сокращаются размеры изображаемой территории. Изобразить в более мелком масштабе все детали и подробности невозможно, поэтому необходимо провести их отбор, обобщение и исключение. С уменьшением масштаба карты увеличивается пространственный охват; объекты, важные для крупномасштаб-

ных карт, теряют свое значение на картах мелкого масштаба и подлежат исключению.

На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению. Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, мешает ее восприятию. Например, сравнивая карты Африки в атласах для 7 и 10 классов, можно заметить, что более подробную информацию содержит карта, предназначенная для старшекласников.

Тематика карты определяет: какие элементы следует показывать на карте с наибольшей подробностью, а какие подвергать обобщениям. Так, например, на карте экономической тематики необходимо подробно показать населенные пункты и пути сообщения, что не требуется так подробно изображать на геологической карте.

Влияние фактора особенности картографируемой территории сказывается в необходимости передать на карте своеобразие этой территории, отразить наиболее типичные черты и характерные элементы. Например, в засушливых районах очень важно показать все мелкие озера; иногда при генерализации их дают даже с преувеличением. В тундровых ландшафтах, где существуют тысячи озер, многие из них при генерализации исключают.

Генерализация проявляется в обобщении (или утрировании) очертаний объектов, в обобщении качественных и количественных характеристик изображаемых явлений и объектов, в отборе важных и существенных объектов (по двум показателям – цензу и норме) и в замене индивидуальных понятий собирательными – это *виды генерализации*.

Обобщение геометрических очертаний проявляется в отказе от мелких деталей изображения, небольших изгибов контуров, в спрямлении границ и т. д. Например, спрямляют небольшие извилины рек и береговых линий. При этом упрощение не должно выполняться механически, обобщение очертаний не сводится к формальному их сглаживанию: генерализованное изображение должно сохранять и подчеркивать географические особенности объекта. Некоторые важные черты объекта, которые невозможно изобразить в масштабе карты, иногда преувеличивают в размерах, утрируют. Например, фьордовый тип береговой линии Скандинавского полуострова.

Обобщение качественных характеристик при генерализации происходит за счет сокращения различий объектов, что связано с обобщением классификационных признаков. Например, различные виды лесов по породному составу (темнохвойный, светлохвойный,

мелколиственный, смешанный) можно отобразить на карте одним знаком леса.

Обобщение количественных характеристик проявляется в укрупнении количественных градаций изображаемого явления, т. е. в укрупнении шкал. Например, на карте плотности населения можно показать плотность с подробностью до двух человек на 1 км^2 или можно изменить шкалу до 10 или 20 человек на 1 км^2 .

При отборе (исключении) картографируемых объектов на карте оставляют важные и необходимые объекты. При отборе пользуются двумя количественными показателями – цензами и нормами.

Ценз отбора – ограничительное значение, указывающее величину объектов, сохраняемых на карте при генерализации. Например, линейный ценз – это длина минимального линейного объекта, изображаемого на карте. Если линейный ценз равен 120 км, это значит, что на карте отображаются реки длиной 120 км и длиннее, все реки короче 120 км на карте будут генерализованы. Площадной ценз – это минимальная площадь изображаемого на карте объекта. Если площадной ценз на карте лесов равен 50 км^2 , это значит, что на карте будут показаны только леса, занимающие площадь более 50 км^2 .

Норма представительства – показатель, определяющий принятую степень отбора: среднее на единицу площади значение объектов, сохраняемых при генерализации. Норма задается, например, так: показать в тундровых ландшафтах не более 80 озер на дм^2 карты (остальные исключить). Или показать максимальное количество точечных объектов (например, городов), приходящихся на единицу площади.

Переход от простых понятий к сложным связан с введением интегральных понятий и собирательных обозначений. Например, при переходе от крупномасштабной карты города к мелкомасштабной сначала изображение отдельных зданий заменяется изображением кварталов, потом дается лишь общий контур города, а далее – пунсон.

Практическая работа № 2 **Определение степени генерализации**

Материалы и инструменты: карты из географических атласов, курвиметр, линейка, карандаш, калькулятор.

Задание: сравнивая по две карты, определить степень генерализации по линейному цензу (l) и норме представительства (n) в зависимости от масштаба, содержания (тематики), назначения карты и особенностей картографируемой территории.

Линейный ценз определяется по самой маленькой реке, отображенной на карте. Рассмотрев внимательно гидрографическую сеть изучаемой карты, найдите самую короткую реку и определите ее длину с помощью курвиметра или линейки; запишите значение ценза в километрах. Затем так же определите ценз на второй карте. Сравните получившиеся значения и определите, какая карта больше генерализована и во сколько раз. В примере: ценз первой карты равен 375 км – это значит, что на карте отображались только те реки, длина которых больше 375 км, а все реки короче 375 км были исключены. Ценз второй карты равен 210 км – это значит, что на карте исключены все реки, длина которых меньше 210 км, а все реки длиннее 210 км на карте показаны. Сравнивая цензы обеих карт, мы видим, что на первой карте реки показаны менее подробно, а значит эта карта больше генерализована по линейному цензу. Далее необходимо найти коэффициент генерализации по цензу k_l , для этого нужно разделить больший ценз на меньший. Это означает, что первая карта больше генерализована в 1,79 раз.

Норма представительства вычисляется как максимальное количество городов, приходящихся на единицу площади. В примере: находим на карте Африки место, где больше всего показано городов (это может быть территория Египта). На первой карте показан только Каир, значит норма равна 1. На второй карте показаны Каир, Александрия, Асуан, т. е. норма равна 3. Очевидно, что первая карта больше генерализована по норме, чем вторая. Находим коэффициент генерализации по норме k_n , для этого большее делим на меньшее. Это значит, что первая карта больше генерализована в 3 раза.

Пример выполнения работы

Определение степени генерализации в зависимости от масштаба карты

1. Физическая карта Африки масштаба 1:75 000 000 из атласа 7 кл.	2. Физическая карта Африки масштаба 1:35 000 000 из атласа 7 кл.
Линейный ценз	
$l = 0,5 \text{ см} = 375 \text{ км}$	$l = 0,6 \text{ см} = 210 \text{ км}$
$k_l = 375 / 210 = 1,79$	
Норма представительства	
$n = 1$	$n = 3$
$k_n = 3 / 1 = 3$	

Вывод: физическая карта Африки масштаба 1:75 000 000 больше генерализована по линейному цензу в 1,79 раз и по норме представительства в 3 раза, чем физическая карта Африки масштаба 1:35 000 000, следовательно, чем мельче масштаб, тем больше степень генерализации карты.

СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЯВЛЕНИЙ

На географических картах показываются явления, отличающиеся характером размещения в пространстве. Существуют явления, локализованные: 1) по пунктам («в точках») – например, города, центры промышленности, полезные ископаемые и т. д.; 2) на линиях – например, реки, транспортные пути, границы; 3) на площадях – например, почвы, растительность, плотность населения и т. д.; явления сплошного распространения (например, рельеф, климатические пояса, атмосферное давление и т. д.) и массовые рассредоточенные явления (например, посевные площади, поголовье скота и пр.).

Для изображения качественных и количественных особенностей этих явлений, их взаимосвязей, перемещения и развития во времени применяются различные способы: значков, линейных знаков, изолиний, качественного фона, количественного фона, ареалов, точечный способ, знаков движения, локализованных диаграмм, картодиаграмм, картограмм (рис. 12).

Чтобы уметь правильно выбирать способы изображения для карты и полноценно ее использовать, географ должен хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа.

Способ значков применяют для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты (внемаштабные знаки). Это могут быть населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, центры промышленности, одиноко стоящие деревья, мельницы, колодцы и т. д. Значки обладают основной точкой, позволяющей показать точное местоположение данного объекта по географическим координатам. Значки позволяют характеризовать качественные и количественные особенности объектов, их внутреннюю структуру. Различают три вида значков:

1) *геометрические значки* – простые геометрические фигуры: квадраты, кружки, ромбы, треугольники и др. Форма, цвет или штриховка значка отражает качественные особенности объектов, размер

значка – количественные особенности, структура знака передает структуру объекта. Для показа центра промышленности, в котором сосредоточены различные отрасли, используют суммарный структурный значок. Для показа временной динамики (например, рост численности населения в городе со временем) используют нарастающий значок.

2) *буквенные значки* – одна или две первые буквы русского или латинского алфавитов, обозначающие какие-либо объекты. Например, с помощью буквенных значков из таблицы Менделеева можно показать месторождения различных руд (*Fe* – железная руда, *Al* – алюминиевая руда и т. д.). Размер букв может количественно характеризовать объект.

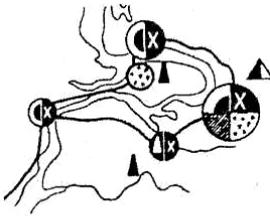
3) *наглядные значки* напоминают изображаемый объект. Значки бывают символическими (например, кубик – поваренная соль) и натуралистическими (например, якорь – порт, самолет – аэропорт).

Способ линейных знаков используется для изображения реальных или абстрактных явлений, локализованных на линиях. К ним относятся береговые линии, линии тектонических разломов, водораздельные линии, все виды границ, транспортные пути. Разный цвет и рисунок линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов. Например, линии синего цвета – реки, линии красного цвета – железные дороги, черного цвета – автодороги, различные пунктирные линии показывают разного значения административные границы и т. д. Линейный знак немасштабен по ширине, но его ось должна совпадать с положением реального объекта на местности.

Способ изолиний применяется для изображения непрерывных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля. Изолинии – это кривые линии, соединяющие точки с одинаковыми количественными показателями. На карту сначала наносят значения картографируемого объекта, а затем проводят изолинии. С помощью изолиний показывают рельеф (изогипсы), температуру (изотермы), давление (изобары) и т. д. В графике изолинии представляют собой кривые линии с весовым показателем; при необходимости отобразить на карте качественные особенности явления используют цвет изолиний (например, изотермы июля красного цвета, изотермы января – синего).

Способ качественного фона применяют для показа качественной характеристики явлений сплошного распространения (например, климатических поясов), локализованных по площади явлений (например, типы почв) или массовых рассредоточенных явлений.

а



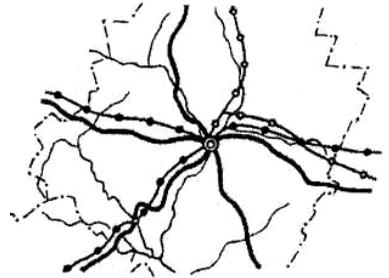
Обрабатывающая промышленность

- Машиностроение
- ⊗ Химическая
- ⊖ Нефтеперерабатывающая
- ⊙ Производство строительных материалов
- ⊘ Пищевая

Добыча

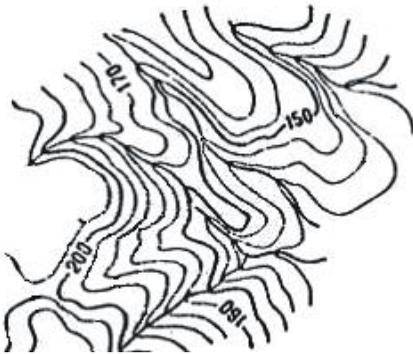
- ▲ Нефти
- ▲ Серы

б



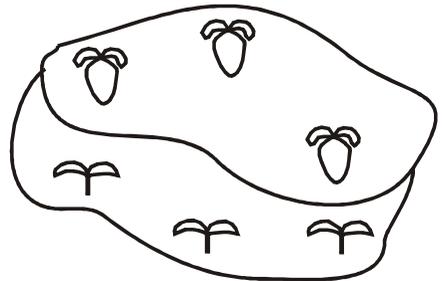
- - - - - Границы областей
- Железные дороги
- ~ Реки
- Нефтепроводы
- Газопроводы

в



— 160 — Горизонтали и их подписи

г



Сахарная свекла

Табак

Рис. 12. Способы картографического изображения (а – значков; б - линейных знаков; в – изолиний; г – ареалов; д – качественного фона; е – количественного фона; ж – знаков движения; з - точечный ; и – картодиаграмм; к – локализованных диаграмм; л – картограмм)

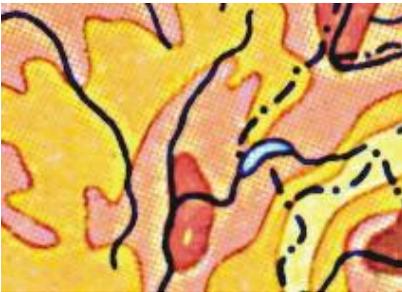
д

ПОЧВЫ РАВНИН



- Пз Сильнопodzолистые
- П Подзолистые
- Пз Дерново-сильнопodzолистые
- Б Болотные
- А Аллювиальные

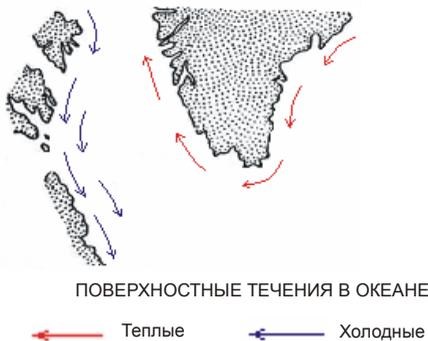
е



ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ НА 1 КВ. КМ

- Более 600 человек
- От 200 до 600 человек
- От 100 до 200 человек
- От 50 до 100 человек
- От 10 до 50 человек
- От 1 до 10 человек
- Менее 1 человека

ж

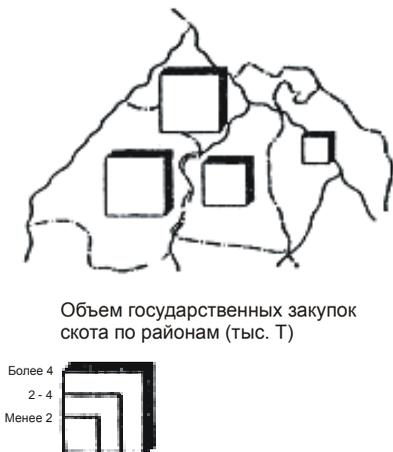


з

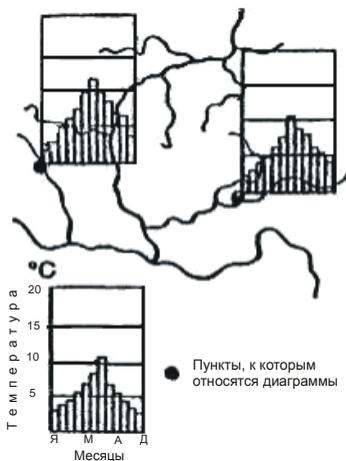


Рис.12 (продолжение)

И



К



Л

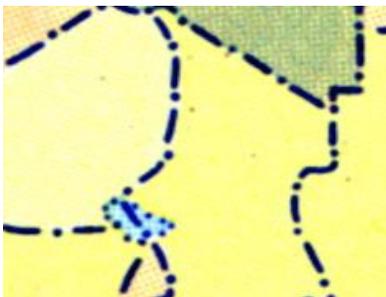


Рис. 12 (окончание)

Показывают подразделение территории (районирование) по природным, социально-экономическим или политико-административным признакам. При построении карты сначала разрабатывают классификацию изображаемого явления, затем делят всю территорию на качественно разные участки (районы, области) и окрашивают их в присвоенные только им цвета (цветовой фон) или покрывают качественной штриховкой (штриховой фон). В некоторых случаях совместно применяют цвет и штриховку (например, на почвенной карте цветом показывают генетические типы почв, а штриховкой – механический состав почв).

Способ количественного фона применяют для передачи количественных различий явлений площадного распространения. Подобно качественному фону, этот способ связан с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняется по шкале (например, среднегодовое количество осадков или плотность населения).

Способ ареалов состоит в выделении на карте области распространения какого-либо явления. Чаще всего этим способом показывают распространение животных, бассейны полезных ископаемых, районы распространения сельскохозяйственных культур и т. д. Графические средства изображения ареалов разнообразны: это могут быть границы, цвет, штриховка, площадные знаки, надписи, индексы.

Точечный способ используется для изображения массовых средоточенных явлений, требующих количественной характеристики. С помощью множества точек, каждая из которых имеет определенный «вес» (одна точка соответствует...) на карте можно отобразить посевные площади (например, одна точка – 500 га посевов), размещение животноводства (например, одна точка – 100 овец), размещение сельского населения (например, одна точка – 1000 человек) и т. д. В качестве графических средств можно выбрать точки разного цвета или маленькие кружки, квадратики, треугольники – важно, чтобы каждая фигурка имела «вес» и не соприкасалась с соседней.

Способ знаков движения используют для показа пространственных перемещений каких-либо природных (течения, ветры и т. д.), социальных (миграции населения) или экономических (грузопотоки) явлений. Различают два вида знаков движения:

1. *стрелка или вектор* разного цвета, формы или толщины;
2. *лента или полоса* разного цвета, внутренней структуры и ширины.

Стрелки применяют, например, для показа теплых и холодных морских течений, преобладающего направления ветра, перелета птиц. Ленты способны передать не только виды различных перевозимых грузов, но и их объемы (например, в 1 мм толщины ленты – 1000 тонн железной руды). Можно применить способ знаков движения и для показа связей между объектами (например, электронными коммуникациями, финансовыми потоками), их качества, мощности, пропускной способности и т. д.

Способ локализованных диаграмм используется для изображения характеристик сезонных и других периодических явлений (их хода, величины, продолжительности, вероятности), отнесенных к определенным пунктам. Этот способ применяют при показе годового хода

температур и осадков (климатограмма), повторяемости направлений ветра (роза ветров), загрязнения речных вод (диаграммы, приуроченные к гидропостам) и т. д. Изобразительные средства – графики, диаграммы, «розы» и др.

Способ картодиаграмм – это изображение суммарной величины какого-либо явления по единицам административно-территориального деления в абсолютных значениях с помощью диаграммных знаков. Картодиаграммы применяют для показа таких явлений, как объем промышленного производства, валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся в целом по странам (районам, областям, провинциям) и т. п. Так как речь идет о статистических показателях, на карте всегда показывают сетку административного деления, по которой и производится сбор данных. Графическими средствами служат любые диаграммные знаки – круговые, квадратные, кубические, столбчатые, линейные, сетчатые, ступенчатые и пр.

Способ картограмм применяется для изображения средней интенсивности явления по административно-территориальным единицам. Это всегда расчетные показатели в относительных значениях. С помощью этого способа на карте можно показать такие явления, как производство продукции на душу населения, процент урбанизации, процент лесопокрытой площади и т. д. Графические средства – интенсивность цвета, количественная штриховка (похожи на количественный фон, но всегда отнесены только к территориальным единицам или расчетным ячейкам, тогда как количественный фон отнесен к областям естественного районирования).

Практическая работа № 3

Способы картографического обозначения явлений на географических картах

Задание: определите и дайте краткую характеристику способов картографического изображения явлений на тематических картах по одному из вариантов (табл. 8).

Сначала необходимо изучить легенду карты и атласа, только при этом условии можно правильно определить, какие способы картографического изображения применены на карте для показа различных явлений. Следует помнить, что одним и тем же способом на карте могут быть показаны разные явления или одно и то же явление показывают разными способами. Результаты работы оформляются в виде табл. 9.

Таблица 8

Варианты задания

№ варианта	Название карты	Географический атлас
1	Строение земной коры Климатическая карта Африки Карта народов Карта урбанизации Карта энергетики Экономическая карта Европы	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
2	Геологическая карта России Климатическая карта России Карта плотности населения России Карта социальной инфраструктуры Карта машиностроения России Экономическая карта Западной Сибири	атлас 8 класса атлас 8 класса атлас 8 – 9 класса атлас 8 – 9 класса атлас 9 класса атлас 9 класса
3	Карта климатических поясов Климатическая карта Северной Америки Карта религий мира Карта плотности населения Карта текстильной промышленности Экономическая карта Африки	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
4	Климатическая карта Южной Америки Карта природных зон Южной Америки Карта уровня образования Карта трудовых ресурсов Карта транспорта Экономическая карта США	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
5	Почвенная карта России Карта водных ресурсов России Карта народов России Карта плотности населения России Карта транспорта России Экономическая карта Поволжья	атлас 8 класса атлас 8 класса атлас 8 – 9 класса атлас 8 – 9 класса атлас 9 класса атлас 9 класса
6	Климатическая карта Евразии Карта природных зон мира Карта народов и плотности населения Расы мира Карта черной металлургии мира	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса

	Экономическая карта Индии	атлас 10 класса
Окончание табл.8		
7	Почвенная карта мира Климатическая карта мира Карта рождаемости населения Карта состава населения по полу Карта сельского хозяйства мира Экономическая карта Японии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
8	Климатическая карта Австралии Карта природных зон Австралии Карта смертности населения Карта народов мира Карта химической промышленности Экономическая карта Зарубежной Азии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
9	Климатическая карта Антарктиды Карта природных зон Африки Карта динамики численности населения Карта состава населения по возрасту Карта горнодобывающей промышленности мира Экономическая карта Германии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
10	Карта животного мира России Карта рекреационных ресурсов России Карта естественного движения населения России Карта миграционного обмена России со странами Ближнего Зарубежья Карта электроэнергетики России Экономическая карта Дальнего Востока	атлас 8 класса атлас 8 – 9 класса атлас 8 – 9 класса атлас 8 – 9 класса атлас 9 класса атлас 9 класса

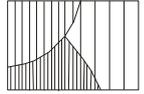
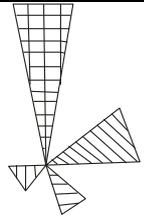
Таблица 9

Способы картографического обозначения явлений на географических картах

№ п/п	Название карты, масштаб	Название способа	Рисунок-способа	Изобразительные средства	Какое явление показано	Основные свойства явления			
						Характер размещения	Качественная характеристика	Количественная характеристика	Динамика

Таблица 10

Пример выполнения работы

№ п/п	Название карты, масштаб	Название способа	Значок способа	Изобразит. средства	Какие явления показаны	Основные свойства явления			
						Характер размещения	Качествен. характеристика	Количеств. характеристика	Динамика
1	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (атлас Пермской области, с. 21) 1:4000000	Картограммы		Штриховка	Масса выбросов загрязняющих веществ	Локализовано по площади	нет	Масса выбросов в среднем за год, тыс. т показана штриховкой	Год
		Картодиаграммы		Диаграмма (роза)	Доля загрязняющих веществ в массе выбросов	Локализовано по площади	Штриховке соответствуют загрязняющие вещества	Размер диаграмм соответствует количеству вещества в массе выброса	Год
		Линейных знаков		Рисунок линии	Границы субъектов РФ, границы административных районов Пермского края	Локализовано по линии	Линии разного рисунка показывают разные явления	нет	нет

СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Рельеф земной поверхности образует сплошное и в целом плавно изменяющееся поле высот. Имеются и резкие изменения высот: обрывы, овраги, каньоны и др. Для изображения рельефа чаще всего применяют способ изолиний и способ значков, а на геоморфологических картах – способы качественного фона и ареалов. Однако есть специфические требования, которым всегда подчиняется изображение рельефа на картах:

- *метричность* изображения обеспечивает возможность получения по карте абсолютных высот и превышений, характеристик углов наклона, расчленения и др.;
- *пластичность* изображения обеспечивает наглядную передачу неровностей рельефа;
- *морфологическое соответствие* изображения проявляется в стремлении подчеркнуть типологические особенности форм рельефа, его структурность.

На старых картах рельеф изображался схематическим *перспективным рисунком* в виде горных цепей, отдельных возвышенностей, холмов. Для большей выразительности горки покрывались тенями. Для этого способа не требовалось знания абсолютных или относительных высот, крутизны склонов, а было достаточно передать общее расположение водоразделов и направление хребтов.

Способ штрихов крутизны - чем круче склон, тем толще и плотнее штриховка, что отвечает изменению освещенности, при которой крутые склоны как бы покрыты глубокой тенью, а пологие максимумно освещены. Используется несколько шкал штрихов крутизны: шкала Иоганна Лемана, шкала А.П. Болотова и шкала Главного штаба. Для нанесения штрихов на карте вначале проводили горизонтали, они служили канвой для построения линий скатов, далее по ним вычерчивали штрихи, затем с рисунка горизонтали снимали.

Способ теневых штрихов - штрихи наносятся по принципу бокового (косого) освещения. Предполагается, что источник света размещен в северо-западном углу карты. Штрихи черного или коричневого цвета накладывают так, чтобы выделить освещенные и затененные склоны, подчеркнуть основные формы рельефа, перегибы склонов, расчленение поверхности.

Способы штрихов хорошо передают пластику рельефа, его морфологию, но не позволяют определять высоты.

Способ горизонталей – основной способ изображения рельефа на современных топографических, физических, гипсометрических картах. Горизонталы – это линии равных высот. Они представляют собой проекции на плоскость следов сечения рельефа уровнями поверхностями, проведенными через заданный интервал, который называется высотой сечения рельефа. В любом месте карты по горизонталям можно определить абсолютную и относительную высоту, форму и крутизну склонов, рассчитать морфометрические показатели вертикального и горизонтального расчленения. Для изображения рельефа морского дна используют изобаты – изолинии равных глубин. Чтобы усилить выразительность горизонталей (пластичность рельефа), на некоторых картах вводится дополнительное боковое освещение, и происходит утолщение горизонталей на затененных склонах и утончение на освещенных склонах. Такой способ называют **освещенные (затененные) горизонталы**.

Способ гипсометрической окраски предполагает использование цветовых шкал. Они могут быть одноцветными с изменяющейся светлотой и насыщенностью цвета либо многоцветными с изменением цвета, его светлоты и насыщенности. Существует несколько принципов построения шкал:

- затемняющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем темнее»: в них насыщенность послойной окраски возрастает с высотой (например, от желто-коричневого до темно-коричневого цвета в горах);
- осветляющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем светлее»: в них насыщенность послойной окраски уменьшается с высотой (например, от темно-зеленого до бледно-зеленого цвета на равнинах);
- шкалы возрастающей насыщенности и теплоты тона используют такую последовательность цветов: серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный. Горы выглядят ярко, а низменности как бы удалены и цвет их слегка приглушен.

Батиметрические шкалы применяют для изображения дна рек, морей, океанов. С глубиной затемнение шкалы всегда усиливается (от голубого к синему цвету). Ступени рельефа суши и морского дна обычно объединяют в одну шкалу высот и глубин.

Способ высотных (глубинных) отметок. Высотные (глубинные) отметки – это цифры, помещаемые на карте возле точек и указывающие их абсолютную или относительную высоту или глубину.

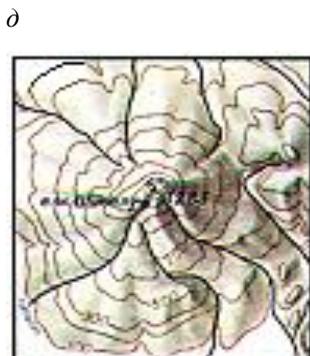
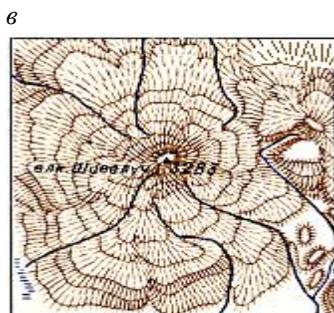
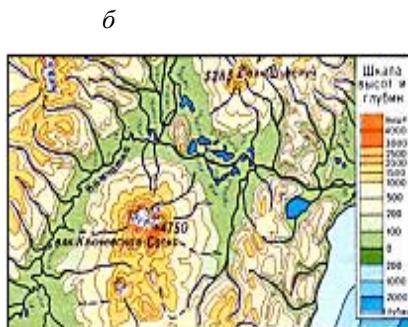
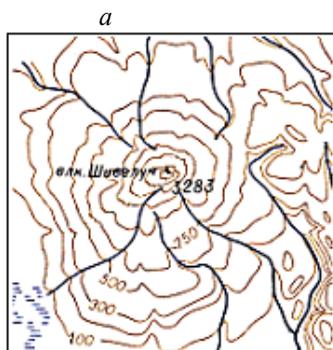


Рис. 13. Способы картографического изображения рельефа (*a* – горизонталей; *б* – горизонталей, гипсометрической окраски; *в* – горизонталей, штрихов крутизны; *г* – горизонталей, гипсометрической окраски, штрихов крутизны; *д* – горизонталей, отмывки; *е* – горизонталей, гипсометрической окраски, отмывки)

С помощью высотных отметок показывают особо важные (командные) или характерные высоты. Например, вершины гор, холмов и т. д.

Способ специальных условных обозначений. Для показа элементов и форм рельефа, не выражающихся в масштабе карты, используют специальные условные знаки. Например, обрывистые берега, карстовые воронки, вулканы, барханы, карьеры, насыпи, курганы, терриконы, овраги и т. д. Метричность таких форм рельефа обозначается цифрой, например глубина ямы.

Способ отмывки – создание полутонового изображения при заданном освещении местности. Черная (серая или коричневая) акварельная краска наносится на затененные склоны и размывается кистью так, чтобы на крутых склонах тени лежали гуще, а на пологих светлее. Используют три варианта отмывки:

- **отмывка при косом освещении** – когда свет падает как бы из верхнего левого угла карты, освещая западные и северо-западные склоны и затеняя восточные и юго-восточные;
- **отмывка при отвесном освещении** – когда свет падает сверху и вершины гор оказываются освещенными, а понижения затененными;
- **отмывка при комбинированном освещении** сочетает эффект косого и отвесного освещения.

Способ отмывки придает изображению рельефа наибольшую выразительность благодаря светотеневой пластике, однако не позволяет определить метрические показатели рельефа.

Для того чтобы рельеф на карте был показан наиболее точно и подробно, совместно применяют несколько способов (рис.13).

Практическая работа № 4 **Способы картографического изображения рельефа**

Задание: определить способы картографического изображения рельефа на топографической карте, на физической карте и на карте одного из океанов и дать характеристику этих способов, используя в качестве примера табл. 11.

Практическая работа № 5
Выбор способов картографического изображения при
построении тематической карты

Задание: построить карту на заданную тему по предложенному тексту.

При выполнении задания:

1. внимательно прочитать текст содержания карты;
2. разработать макет легенды (табл. 12);
3. показать содержание текста на карте с помощью выбранных способов картографического изображения и изобразительных средств;
4. оформить карту согласно правилам компоновки.

Все тематические карты строятся на контурной карте Пермского края в масштабе 1: 2 500 000 с помощью чертежных инструментов.

Карта животного мира

Животный мир Уральского Прикамья богат и разнообразен. На территории региона учтено 339 видов позвоночных животных, из них: рыб – 37 видов, земноводных – 9 видов, пресмыкающихся – 6 видов, птиц – 225 видов и 62 вида млекопитающих.

Выделяется 4 фаунистических района обитания животных, в общих чертах соответствующих физико-географическому районированию региона: Урал с предгорьями, средняя тайга, южная тайга, подтаежная зона с Кунгурской лесостепью.

Животный мир лесов равнины и предгорий: глухарь, рябчик, филин, бурый медведь, рысь, лось, куница, норка, белка, ящерица, уж, гадюка.

Животный мир лесостепи и безлесных пространств: жаворонок, мышь, хомяк, заяц, лисица.

Животный мир горного Урала: бурый медведь, волк, соболь.

Животный мир поселений человека: крыса, мышь, голубь, воробей.

Охраняемые виды животных в заповедниках (Вишерском и Басеги): орлан-белохвост, черный аист, серый журавль.

Карта народов

Преобладающий по численности населения народ Пермского края – русские. Они составляют более 2,6 млн. человек. Удельный вес русских – 84%. К числу других наиболее многочисленных национальностей относятся татары – 5%, коми-пермяки – 4%, башкиры – 1,6%, украинцы – 1,5%, удмурты – 1%, белорусы – 0,6% и немцы – 0,5%. Среди 50 административных единиц края только в 6 преобладает не русское население: в Бардымском районе – башкиры, в 5 районах Коми-Пермяцкого автономного округа – коми-пермяки.

Коми-пермяки составляют подавляющее большинство в своем округе, хотя в Гайнском и Юрлинском районах это уже не так. За пределами КПАО коми-пермяки проживают в соседних районах: Усольском, Соликамском, Сивинском, Карагайском, Ильинском – и тяготеют к центру края (Пермский район) и ряду промышленных центров: городам Краснокамску, Березникам и Чусовому.

Татары и башкиры живут преимущественно на юге края – на территории Бардымского, Куединского, Октябрьского, Уинского, Чайковского и Чернушинского районов. Много татар обитает вдоль Сибирского тракта у подхода к Перми (Пермский, Кунгурский, Суксунский районы), а также в горнозаводской части Прикамья – в районе городов Чусовой, Кизел, Гремячинск, Губаха, Лысьва.

Украинцы проживают в основном в городских поселениях Кизеловского угольного бассейна – в городах Кизел, Губаха, Гремячинск, Александровск.

Белорусы заселяют таежные районы: Красновишерский, Гайнский, Чердынский.

Удмурты проживают в соседствующих с Удмуртией районах: Куединском, Чайковском, Чернушинском, Большесосновском, Верещагинском.

Карта энергетики

Важная особенность электроэнергетики в Прикамье – сочетание ГРЭС, ТЭЦ и ГЭС, это придает ей комплексный характер. Основную часть электроэнергии вырабатывают тепловые электростанции: крупнейшие из них Пермская ГРЭС (в Добрянке) мощностью 4,8 млн кВт и Яйвинская ГРЭС мощностью 660 тыс. кВт. Важную роль играют и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Тепловые станции (ГРЭС и ТЭЦ) дают свыше 80% всей электроэнергии. Остальное количество производят

ГЭС, самые крупные из них Воткинская ГЭС (в Чайковском) мощностью 1 млн кВт и Камская ГЭС (в Перми) – 504 тыс. кВт.

Наибольшая концентрация станций наблюдается в Перми (ТЭЦ и ГЭС), Добрянке (Пермская ГРЭС), Березниках (ГРЭС, ТЭЦ), Соликамске, Александровске и Чайковском (ТЭЦ). Все значительные электростанции Прикамья соединены друг с другом высоковольтными линиями электропередач. Главный узел этих линий образует Пермь. Современное производство электроэнергии составляет 32 млрд кВт/час в год, в будущем эта цифра увеличится примерно на 540 тыс. кВт за счет проектируемой Адищевской ТЭЦ (южнее Перми). Хорошая обеспеченность электроэнергией позволила создать в Перми, Краснокамске, Березниках и Соликамске машиностроительные заводы, а в Березниках и Соликамске еще и предприятия цветной металлургии и химической промышленности.

Около 40% производимой в Пермском крае электроэнергии экспортируется в соседние регионы: Башкортостан, Удмуртию, Свердловскую область.

Экологическая карта

Прикамье – один из наиболее развитых регионов России, в котором, к сожалению, складывается весьма неблагоприятная экологическая обстановка.

Добыча полезных ископаемых: Соликамск – калийная соль, нефть; Березники – калийная и поваренная соли, газ; Майкор, Добрянка, Полазна, Краснокамск, Оса – нефть вызывает значительные нарушения земель в регионе. Так, например, оседает земная поверхность над отработанными рудниками в Березниковско-Соликамском районе (20–40 см/год), что вызывает подтопление и техногенные землетрясения. Добыча нефти, как правило, сопровождается ее утечкой, вследствие чего происходит загрязнение почвы и воды.

Промышленность является мощным источником загрязнения окружающей среды. По количеству вредных веществ, поступающих в атмосферу, выделяются Пермь, Березники и Соликамск. По индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) на 1 месте Соликамск (ИЗА = 14,46), на 2 месте Пермь (ИЗА = 12,7), на 3 месте Березники (ИЗА = 8,6). Основной сброс загрязняющих веществ в воду сосредоточен в 2-х крупных промышленных узлах: Березниковско-Соликамском и Пермско-Краснокамском. Отсюда в реку Каму поступает 90% всех солей, 75% органических соединений, 86% азотных соединений, 68% нефтепро-

дуктов, 88% фенолов, 100% анилина, нитробензола и сернистых соединений.

При сельскохозяйственном использовании территории происходит мощное нарушение почвенного покрова – пашня практически повсеместно подвержена эрозии.

Таблица 12

Разработка макета легенды карты

Явление, отображаемое на карте	Способ картографического изображения	Изобразительное средство	Условный знак
Количество видов животных: всего – 339 видов рыб – 37 видов земноводных – 9 пресмыкающихся – 6 птиц – 225 млекопитающих – 62	Способ картодиаграммы	Круговая структурная диаграмма, цвет – вид животных	В 1 см радиуса – 100 видов

ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

По содержанию географические карты делят на общегеографические и тематические.

Общегеографические изображают земную поверхность и объекты, расположенные на ней. Элементы карт: гидрографическая сеть, обозначение рельефа, растительности, населенных пунктов, путей сообщения, средств связи, изображение политико-административного деления и некоторых экономических объектов и показателей.

Общегеографические карты подразделяются на три группы:

1. топографические (крупномасштабные) – их масштаб от 1:10 000 до 1:200 000;
2. обзорно-топографические (среднемасштабные) – от 1:200 000 до 1:1000 000;

3. обзорные (мелкомасштабные) – мельче 1:1000 000.

Тематические карты – карты, основное содержание которых определяется конкретной темой. Они подразделяются на карты природных и общественных явлений (социальных, хозяйственных и экологических).

Карты природных явлений:

1. геологические (стратиграфические, тектонические, литологические, геохимические, полезных ископаемых, сейсмические, вулканизма и др.);
2. рельефа земной поверхности (гипсометрические, батиметрические, геоморфологические);
3. метеорологические и климатические;
4. гидрологические и гидрогеологические (поверхностных и подземных вод), океанографические;
5. почвенные;
6. растительности;
7. животного мира;
8. природных зон или физико-географического районирования.

Карты общественных явлений:

1. социальные, или карты населения (размещение населения, состав населения по полу и возрасту, движение населения, этнографические и антропологические, социальный состав, уровень занятости и др.);
2. экономические, или хозяйственные (природные ресурсы с их хозяйственной оценкой, промышленность, сельское и лесное хозяйство, транспорт, средства связи, строительство, торговля и финансы, комплексные экономические);
3. обслуживания (образование, наука, культура, здравоохранение, физкультура и спорт, туризм, бытовое и коммунальное обслуживание);
4. политические и административные;
5. исторические (первобытно-общинного строя, рабовладельческого строя, феодального строя, капиталистического строя, социалистического строя и империализма);
6. экологические.

Практическая работа № 6
Анализ содержания обзорных общегеографических
и тематических карт

Задание 1. Проанализируйте содержание обзорных общегеографических карт на примере:

- а) физической карты Пермского края в масштабе 1:2 500 000;
- б) физической карты России в масштабе 1:25000000.

Указания к выполнению задания

1. Выписать полное название карты, номер изучаемого листа или страницы атласа и год издания.
2. Определить назначение карты и характер ее использования (настольная, настенная).
3. Проанализировать и описать содержание карт по элементам согласно следующему плану:
 - а) гидрографическая сеть (реки, озера и другие водные объекты). *Принципы классификации:* режим (постоянные, пересыхающие), состав воды (пресные, соленые), хозяйственное использование (судоходные, несудоходные, сплавные);
 - б) рельеф. *Принципы классификации:* способы изображения; возможность определения высот, углов наклона; отображение резких нарушений рельефа и микроформ; характер рельефа территории (горный, равнинный и т. д.);
 - в) растительность и грунты: классификация элементов, способы изображения; виды и типы растительности;
 - г) населенные пункты. *Принципы классификации:* тип поселений (городские, сельские), количество жителей, политико-административное значение; способы картографического изображения;
 - д) пути сообщения. *Принципы классификации:* способы передвижения (железные и автомобильные дороги, водные и воздушные пути; при этом железные дороги классифицируются по ширине колеи, виду тяги и т. п., автомобильные – по значению и др.), способы картографического изображения.
4. Результаты работы должны быть представлены в виде описания карт.

Пример выполнения задания

1. Карта «Кавказ», масштаб 1:2 500 000, из Атласа мира научно-справочного типа (М., ГУГК, 1984. С. 46 – 47).
2. По назначению – карта научно-справочная, по характеру использования – настольная.
3. Содержание карты: на карте показаны водные объекты, рельеф, элементы растительности, населенные пункты, пути сообщения, политико-административные границы.

Водные объекты: Черное и Каспийское моря с довольно подробной характеристикой береговой линии (особыми знаками выделены участки с изменяющейся береговой линией, заболоченные берега, отмели и т. п.); по режиму реки подразделяются на постоянные (обозначены сплошной линией) и пересыхающие (пунктирной); по составу воды озера подразделяются на пресные (голубого цвета) и соленые (бледно-голубого), по режиму – на постоянные (обозначены сплошным контуром) и пересыхающие (пунктирным контуром).

Рельеф суши показан отметками высот и горизонталями (изогипсами), рельеф моря – отметками глубин и изобатами. Применена послышная окраска по ступеням высот и глубин. Специальными условными знаками выделены вечные снега, ледники, пещеры, пески.

Растительность и грунты показаны ареалами с использованием площадных знаков внутреннего заполнения – изображение болот и солончаков.

Населенные пункты подразделяются по количеству жителей:

более 1 000 000, 1 000 000–300 000; 300 000–100 000; 100 000–50 000; 50 000–10 000; менее 10 000 жителей (значки даны в условной ступенчатой шкале). Города с населением 1 000 000 человек обозначают контуром, отражающим конфигурацию города. Административное значение населенных пунктов показано типами и размерами шрифтов. Государственные, республиканские и районные границы, а также границы заповедников показаны линейными знаками разного рисунка.

Пути сообщения подразделяются: 1. по способу передвижения – железные и автомобильные дороги (показаны линейными знаками красного и черного цвета); 2. по значению – магистральные и прочие (значение показано толщиной знака).

Содержание карты хорошо читается. Карта может быть использована как обзорная для получения справочных данных.

Задание 2. Изучите одну из тематических карт по элементам и составьте ее описание. Тематика карт предлагается по выбору (*группе ф/э* – одна из карт природных явлений; *группе э/э* – одна из карт общественных явлений; *группе прп* – одна из экологических карт).

Указания к выполнению задания

Для анализа карты рекомендуется следующий порядок:

- а) просмотр карты с целью получения общего представления о ней;
- б) детальное ознакомление с каждым элементом карты;
- в) составление описания карты по плану.

План описания карты

1. Название карты, тематика, назначение, картографируемая территория, выходные данные (где, кем и когда составлена, издана и др.).
2. Математическая основа карты: картографическая проекция (найти с помощью определителей) и характер искажений; масштаб (главный), виды масштабов, применяемых при построении; элементы компоновки карты; форма и размеры рамок, виды рамок, оцифровка картографической сетки, долгота среднего меридиана; размещение элементов карты.
3. Содержание, оформление географической основы карты (объекты и явления, изображаемые на карте) и тематического содержания карты, их элементы; способы картографического изображения (линейные знаки, значки и т. д.), изобразительные средства (цвет, форма, размер, надписи и др.).
4. Вспомогательное оснащение карты (легенда, графики и др.).
5. Дополнительные данные карты (врезки, диаграммы, тексты и др.).
6. Результаты работы представить в виде описания карты.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ

Географическим атласом называют систематическое собрание карт, выполненное по единой программе как целостное произведение и изданное в виде книги или комплекта листов.

Атлас представляет собой комплекс карт, т. е. систему взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга карт. Характерные черты атласа: полнота и целостность содержания; взаимосвязь, взаимодополняемость и сравнимость карт. Внутреннее единство атласов обеспечивается общей структурой, целесообразным выбором проекций, использованием небольшого числа кратных и соизмеримых масштабов, общностью методов изображения и показателей, одними установками генерализации, единообразием условных обозначений, шрифтов, расцветок. Классификация атласов соответствует классификации географических карт (по территории, содержанию, назначению, формату).

По территории выделяют: атласы мира, атласы отдельных континентов или их частей, атласы отдельных государств (России, Франции, США и др.), атласы отдельных областей, провинций, районов и т. п. (Атлас Иркутской области, Атлас Нижней Саксонии и т. д.), атласы городов.

По содержанию выделяют:

1. атласы общегеографических карт (Атлас мира, Атлас Западной Европы и пр.), если в них собраны лишь физико-географические и политико-административные карты;

2. атласы, содержащие преимущественно тематические карты. Среди них в зависимости от специального рассмотрения темы выделяют атласы *узкоотраслевые*, содержащие однотипные карты (Атлас железных дорог); *комплексные отраслевые*, включающие различные, но взаимодополняющие карты какого-либо одного явления (Климатический атлас России); *общие комплексные*, содержащие ряд карт природных и социально-экономических явлений (Большой атлас мира).

По назначению атласы подразделяют на: 1. справочные или научно-популярные, предназначенные как для специалистов, так и для широкого круга читателей; 2. учебные, используемые в качестве наглядных пособий в школе, средних специальных и высших учебных заведениях и др.; 3. специальные, предназначенные для узкого круга специалистов.

По формату различают большие (настольные), средние (книжного формата) и малые (карманные) атласы. Полезная площадь карт в

больших атласах превышает 15 м², в средних составляет от 6 до 14 м², в малых не превышает 5 м².

Изображение картографируемой территории должно осуществляться по принципу от общего к частному: сначала в атлас помещают обзорные карты всей территории в мелком масштабе, затем карты больших частей территории в более крупном масштабе и, наконец, карты наиболее важных районов в еще более крупном масштабе.

Практическая работа № 7 ***Анализ содержания атласов***

Задание: ознакомьтесь с географическими атласами по указанному списку. На три атласа составьте аннотации.

Атласы

1. Школьные атласы.
2. Атлас мира.
3. Малый атлас мира.
4. Атлас России.
5. Малый атлас России.
6. Атлас Пермской области.
7. Атлас железных дорог.
8. Атлас автомобильных дорог.

Указания к выполнению задания

1. Просмотреть атлас с целью получения общего представления о нем и его структуре.
2. Детально ознакомиться с каждым разделом атласа.
3. Составить аннотацию атласа по следующему плану:
 - полное название атласа;
 - кем, где, когда составлен и издан атлас;
 - классификация атласа (по территории, содержанию, назначению и формату);
 - структура атласа (количество разделов, их название, последовательность размещения карт, наличие общих условных знаков, наличие указателя географических названий, наличие дополнительной к картам информации – статистических данных, диаграмм, рисунков и пр.);

- объем атласа в страницах.

Пример составления аннотации атласа

- Кавказ. Атлас автомобильных дорог.
- Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. Москва, 1987. Составлен коллективом авторов под общей редакцией К.В. Свирской.
- Классификация: по территории – это атлас региона; по содержанию – это тематический узкоотраслевой атлас; по назначению – специальный атлас; по формату – карманный.
- В структуре атласа разделы не выражены. В начале приводится содержание атласа, принятые сокращения и таблица условных обозначений. Последовательность размещения карт: сначала карты всего Кавказа, а затем карты субъектов региона, включая карты столиц республик. Карты в атласе сопровождаются фотографиями, сведениями о наличии и размещении АЗС, таблицей расстояний между крупными городами. В конце атласа даются знаки дорожного движения.
- Объем – 64 с.

**Задание в качестве контрольной работы студентам
заочного отделения**

1. Написать реферат на тему «История развития науки картография».

План реферата:

- Картография в античное время;
 - Картография в средние века;
 - История русской картографии;
 - Картография в новое время;
 - Современная картография и перспективы ее развития.
2. Выполнить практическую работу № 5.
 3. Выполнить практическую работу № 6.
 4. Выполнить практическую работу № 7.

Примерный перечень экзаменационных вопросов по всему курсу

1. Предмет и задачи картографии.
2. Картография в античное время.
3. Картография в средние века
4. Картография в новое время.
5. Развитие российской картографии.
6. Современное состояние науки и ее перспективы.
7. Понятие о географической карте. Свойства и элементы карты.
8. Классификация карт по видам.
9. Классификация карт по типам.
10. Понятие о картографической генерализации.
11. Факторы генерализации.
12. Виды (стороны) генерализации.
13. Показатели генерализации.
14. Форма Земли. Изображение Земли на глобусе. Основные свойства глобуса.
15. Понятие о референц-эллипсоиде.
16. Элементы математической основы карты.
17. Понятие о картографической проекции.
18. Классификация проекций.
19. Искажения на карте. Эллипс искажений. Оценка размеров искажений на карте.
20. Виды проекций по характеру искажений.
21. Цилиндрические проекции (на касательном и секущем цилиндре).
22. Проекция Г. Меркатора. Понятие о локсодромии и ортодромии.
23. Конические проекции (на касательном и секущем конусе).
24. Азимутальные проекции (простые).
25. Азимутальные проекции (перспективные).
26. Условные проекции.
27. Выбор проекции при создании карты.
28. Математическая основа карты: масштаб (понятие и его виды).
29. Математическая основа карты: геодезическая сеть.
30. Математическая основа карты: координатные сетки.
31. Математическая основа карты: рамки, ориентировка, компоновка.

32. Язык карты – картографические знаки. Их виды и применение.
33. Способ значков. Виды шкал.
34. Способ линейных знаков.
35. Способ изолиний.
36. Способ знаков движения.
37. Способ качественного фона.
38. Способ количественного фона.
39. Способ ареалов.
40. Точечный способ.
41. Способ локализованных диаграмм.
42. Способ картодиаграммы.
43. Способ картограммы.
44. Способы картографического изображения природных явлений на картах.
45. Способы картографического изображения социальных явлений на картах.
46. Способы картографического изображения экономических явлений на картах.
47. Способы картографического изображения рельефа на различных картах.
48. Надписи на географической карте (функции, формы передачи, размещение).
49. Понятие о географическом атласе. Классификация атласов.
50. Источники для создания географических карт и атласов.
51. Этапы создания карты.
52. Использование географических карт.

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект-Пресс, 2001. 336 с.

Дополнительная

1. Берлянт А.М. Картоведение. М.: Аспект-Пресс, 2003. 478 с.
2. Берлянт А.М. Карта. Краткий толковый словарь. М.: Научный мир, 2003. 168 с.

3. *Берлянт А.М., Сваткова Т.Г.* Практикум по картографии и картографическому черчению: учеб.-метод. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1991. 125 с.
4. *Бугаевский Л.М.* Математическая картография: учеб. для вузов. М., 1998. 400 с.
5. *Лютый А.А.* Язык карты: сущность, система, функции. 2-е изд. М.: ГЕОС, 2002. 327 с..
6. *Салищев К.А.* Картоведение. 3-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1987. 240 с.
7. *Салищев К.А.* Картография, 3-е изд. М.: Высш. шк., 1982. 272 с.
8. *Сваткова Т.Г.* Атласная картография. М.: Аспект-Пресс, 2002. 204 с.
9. *Южанинов В.С.* Картография с основами топографии. М.: Высш. шк., 2001. 302 с.

Содержание

Картографические проекции. Определение размеров искажений...	3
Практическая работа № 1	12
Картографическая генерализация	20
Практическая работа № 2	22
Способы картографического изображения различных явлений	24
Практическая работа № 3	30
Способы картографического изображения рельефа	34
Практическая работа № 4	37
Практическая работа № 5	39
Общегеографические и тематические карты	42
Практическая работа № 6	44
Географические атласы	47
Практическая работа № 7	48
Задание в качестве контрольной работы студентам заочного отделения	49
Примерный перечень экзаменационных вопросов по всему курсу..	50
Список рекомендуемой литературы	51

Методическое издание

Составитель *Бажукова Наталья Валерьевна*

Основы картографии

Методические указания

Редактор *Т.В. Полушкина*

Корректор *А.С. Гурьева*

Подписано в печать 29.11.2007. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 200 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел

Пермского государственного университета

614990. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография Пермского государственного университета

614990. Пермь, ул. Букирева, 15