

**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный открытый институт г. Санкт-Петербург»**

Гомзяков А.В.

Общая картография

Учебное пособие

Рекомендовано Саморегулируемой организацией
НП «Изыскатели Санкт-Петербурга и Северо-Запада»
для студентов, обучающихся по направлениям
120100.62 «Геодезия и дистанционное зондирование»,
120700.62 «Землеустройство и кадастры»
и слушателей курсов повышения квалификации

Санкт-Петербург
2015

УДК 528.9

ББК 26.11

Г64

ГОМЗЯКОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 120100.62 «Геодезия и дистанционное зондирование» и 120700.62 «Землеустройство и кадастры» и слушателей курсов повышения квалификации. В пособии изложены теоретические вопросы дисциплины.

ISBN 978-5-906759-19-1

УДК 528

ББК 26.11

© Гомзяков А.В., 2015

©НОИР 2015

© ИКЦ 2015

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КАРТОГРАФИИ, ЕЁ СОДЕРЖАНИЕ И СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ	4
1.2 ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И ЕЁ ЭЛЕМЕНТЫ	6
1.3 КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТ	9
2. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ	13
2.1 ЗЕМНОЙ ЭЛЛИПСОИД	13
2.2 КООРДИНАТНЫЕ СИСТЕМЫ	14
2.3 СПУТНИКОВОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ	16
3. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И СОЗДАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ	24
3.1 СУЩНОСТЬ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ И СЕТОК	24
3.2 ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ	25
3.3 КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ	26
4. УСЛОВИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПЛОСКОСТИ	31
4.1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗОБРАЖЕНИЮ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПЛОСКОСТИ	31
5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ	35
5.1 СУЩНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ КАРТ	35
5.2 МАСШТАБ КАРТЫ	36
5.3 РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ	37
6. СОЗДАНИЕ ОРИГИНАЛОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ	48
6.1 СУЩНОСТЬ СОЗДАНИЯ ОРИГИНАЛОВ КАРТ	48
6.2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ	49
6.3 СОСТАВИТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ	54
7. СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ И ФОТОДОКУМЕНТОВ	58
8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ	62
8.1 КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ	62
8.2 ОПИСАНИЯ ПО КАРТАМ, ГРАФИЧЕСКИЕ И ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ	63
9. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ	67
9.1 СУЩНОСТЬ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ	67
9.2 ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ	69
9.3 МАСШТАБНАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ	71
9.4 ЦЕЛЕВАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ	72
9.5 ФАКТОРЫ И ВИДЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ	72
РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	73

1. Введение

1.1 Предмет и задачи картографии, её содержание и связь с другими науками

Традиционное определение называет **картографию наукой о картах как особом способе изображения действительности, их создании и использовании**. Это определение закреплено Международной картографической ассоциацией.

Государственные нормативные издания гласят, что картография — область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Таким образом, картография существует в трёх формах:

- наука об отображении и познании явлений природы и общества посредством карт;
- область техники и технологии создания и использования картографических произведений;
- отрасль производства, выпускающая картографическую продукцию (карты, атласы, глобусы и др.).

Предметом картографии является обширный круг вопросов изучения сущности, отображения и анализа информации о природных и общественных явлениях, их размещения, свойств, взаимосвязей и изменений во времени, посредством карт и других картографических произведений.

Решение такого широкого круга вопросов нуждается в стройной системе взаимосвязанных дисциплин. К таким дисциплинам картографии относятся: картоведение, математическая картография, проектирование и составление карт, оформление карт, издание карт, организация и экономика картографического производства.

Картоведение изучает свойства и виды географических карт, методику их использования, историю развития картографии, и источниковедение (знания о картографических источниках).

Математическая картография изучает математическую основу карт, теорию картографических проекций, т.е. математические способы отображения поверхности эллипсоида или шара на плоскости. В ней разрабатываются теория и методы

создания картографических проекций, анализируются распределение искажений в них, построение картографических сеток с заданными условиями.

Проектирование и составление карт изучает теорию и разрабатывает технологию проектирования и изготовления оригиналов карт, теорию и практику применения картографической генерализации.

В свою очередь, подразделяется на несколько больших разделов, посвящённых общим вопросам, проектированию и составлению карт общегеографических, природы, социально-экономических, экологических и т. д.

Оформление карт изучает теорию и методы художественного проектирования картографических произведений, их штрихового и красочного оформления, в том числе средствами компьютерной графики.

Издание карт техническая дисциплина, разрабатывающая технологию печатания карт, атласов и другой картографической продукции.

Организация и экономика картографического производства раздел на стыке картографии и экономики, в рамках которого изучаются проблемы оптимальной организации и планирования производства, использования картографического оборудования, материалов, трудовых ресурсов, повышения производительности труда и экономической эффективности.

История картографии — изучает историю идей, представлений, методов картографии, развитие картографического производства, а также старые картографические произведения.

Использование карт — разрабатывает теорию и методы применения картографических произведений (карт, атласов, глобусов и др.) в различных сферах практической, научной, культурной, образовательной деятельности. Основу этой дисциплины составляет картографический метод исследования — метод использования карт для познания изображённых на них явлений.

Картографическая семиотика — разрабатывает язык карты, теорию и методы построения систем картографических знаков, правила их использования. В рамках картографической семиотики выделяют три раздела: картографическую

синтактику, семантику и прагматику, которые изучают соотношения знаков между собой, их связь с отображаемыми объектами, особенности восприятия читателями, информационную ценность знаков и т. п.

Картографическое источниковедение — изучает и разрабатывает методы оценки и систематизации картографических источников (карт, снимков, статистических данных и других документов), используемых для составления карт.

Картографическая информатика — изучает и разрабатывает методы сбора, хранения и предоставления потребителям информации о картографических произведениях и источниках. Раздел, занимающийся систематизацией изданных карт и атласов, составлением указателей, списков, обзоров, называется картобиблиографией.

Картографическая топонимика — изучает географические названия, их смысловое значение с точки зрения правильной передачи на картах. В задачи этой дисциплины входит нормализация и стандартизация названий и терминов, наносимых на карты.

1.2 Географическая карта и её элементы

Международный Многоязычный словарь технических терминов картографии (1973) даёт следующее определение карты:

уменьшенное, обобщённое изображение поверхности Земли, других небесных тел или небесной сферы, построенное по математическому закону на плоскости и показывающее посредством условных знаков размещение и свойства объектов, связанных с этими поверхностями.

Отечественные государственные стандарты, энциклопедические издания, справочники и учебники по картографии содержат несколько иные трактовки, хотя часто они отличаются лишь редакционно, акцентируя внимание на тех или иных свойствах картографического изображения. По мере появления новых видов карт, например электронных изображений на экранах компьютеров, предпринимаются попытки изменить прежние дефиниции с учётом новых свойств и особенностей карт.

Наиболее общее и традиционное определение таково:

Карта — это математически определённое, уменьшенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее расположенные или спроецированные на них объекты в принятой системе условных знаков.

В самом определении карты обозначены основные её свойства:

- математический закон построения — применение специальных картографических проекций, позволяющих перейти от сферической поверхности Земли к плоскости карты;

- знаковость изображения — использование особого условного языка картографических символов, показывающих различные природные и общественные явления в форме, удобной для пространственной локализации и передачи их определенных количественных и качественных характеристик.;

- генерализованность карты — отбор и обобщение изображаемых объектов;

- системность отображения действительности — передача элементов и связей между ними, отображение иерархии геосистем.

Существует ряд основных требований, общих для всех карт. Этими требованиями являются: *достоверность и современность, полнота содержания, точность, наглядность и удобство использования.*

Достоверность и современность содержания карты заключается в точном соответствии ее содержания новейшим данным. Выполнение этого требования обеспечивается использованием при создании карты наиболее полной и современной информации.

Полнота содержания карты означает, что на ней должны быть изображены все типические черты и характерные особенности картографируемого объекта или явления. Она определяется назначением и масштабом карты.

Точность карты означает, что изображаемые на ней элементы должны сохранять геометрическое подобие объектам

местности, точность местоположения и размеры в соответствии с назначением и масштабом карты.

Наглядность карты определяет лёгкость восприятия всего наиболее важного и существенного в её содержании, лёгкость различения деталей его.

Удобство использования карты определяется лёгкостью восприятия её содержания в различных условиях работы с картой (в поле, в штабной работе, при нормальном или пониженном освещении, в качестве настольной или настенной и т. п.), возможностью нанесения обстановки, выполнения различных расчётов и построений. В связи с интенсивным развитием автоматизированных средств и методов использования и обработки картографической информации в системах и средствах управления войсками и оружием карты должны обеспечивать также машинное чтение их содержания и возможность кодирования на языке ЭВМ. Основные элементы карт приведены на рис. 1



Рис. 1. Основные элементы карты

1.3 Классификация карт

Классификация карт — это система, представляющая совокупность карт, подразделяемых (упорядоченных) по какому-либо избранному признаку.

Классификации необходимы для инвентаризации и хранения карт, составления списков и каталогов, научной систематизации и поиска карт, создания банков данных и картографических информационно-справочных систем.

В качестве основания для классификации допустимо избрать любое свойство карты: масштаб, тематику, эпоху создания, язык, способ графического оформления и издания карты и т.п. Но при этом всякая классификация должна удовлетворять определённым требованиям.

Требования к классификации карт:

- классы карт должны выделяться по существенным признакам;
- классификация должна быть последовательной, т.е. постепенно переходить от общего к частному;
- на каждом уровне деления следует выбирать только одно основание классификации;
- классификация должна быть полной, отдельные ее подразделения в совокупности должны охватывать всю систему карт в целом;
- классификация должна обладать резервностью, т.е. способностью включать вновь появляющиеся виды (классы) карт.

По масштабу карты делят на четыре основные группы:

- планы — 1:5000 и крупнее;
- крупномасштабные — 1:10000 — 1:100000;
- среднемасштабные — 1:200000 до 1:1000000 включительно;
- мелкомасштабные — мельче 1:1000000.

Такое деление принято в России для географических карт, однако оно не универсально. В такой большой стране, как наша, мелкомасштабные карты охватывают регионы или их части, среднемасштабные — области, а крупномасштабные — районы, города или городские районы. Страны, имеющие меньшую территорию, часто используют другие подразделения.

По пространственному охвату в качестве наиболее крупного подразделения выделяют карты Солнечной системы и звездного неба, затем — карты планет, в том числе Земли. Далее идут карты крупнейших планетарных структур — для Земли это карты материков и океанов, а после этого возможны разные разветвления классификации:

- по административно-территориальному делению;
- по природным районам;
- по экономическим регионам;
- по естественно - историческим областям.

Вот один из вариантов классификации карт по пространственному охвату:

- Солнечной системы;
- планеты (Земли);
- полушарий;
- материков и океанов;
- стран;
- республик, областей и других административных единиц;
- промышленных и сельскохозяйственных районов;
- отдельных (локальных) территорий (заповедников, туристских, курортных районов и т.п.);

В этой классификации прежде всего выделяют три большие группы:

- общегеографические карты;
- тематические карты;
- специальные карты.

Общегеографические карты. Эти карты отображают совокупность элементов местности, имеют универсальное многоцелевое применение при изучении территории, ориентировании на ней, решении научно практических задач. На общегеографических картах показу всех элементов уделяют равное внимание, изображая все объекты, видимые на местности. Дальнейшая классификация общегеографических карт почти полностью совпадает с их делением по масштабу (рис. 2):

- топографические — в масштабах 1:100000 и крупнее;
- обзорно-топографические — в масштабах 1:200000 — 1:1000000;
- обзорные — мельче 1:1000000.



Рис. 2 Классификация общегеографических карт

Тематические карты. Это наиболее обширная и разнообразная категория карт природных и общественных (социальных и экономических) явлений, их сочетаний и комплексов (рис. 3). Содержание карт определяется той или иной конкретной темой.



Рис. 3 Тематические карты.

Специальные карты.

Карты этой группы предназначены для решения определённого круга задач или рассчитаны на определённые круги пользователей. Чаще всего это карты технического или военного назначения (рис. 4).



Рис. 4 Специальные карты.

2. Геодезическая основа карт

2.1 Земной эллипсоид

Поверхность относимости – это поверхность, наиболее близкая к поверхности Земли, и имеющая строгий математический закон описания.

Уровенная поверхность это поверхность, перпендикулярная к отвесным линиям, направления которых в каждой точке связаны с распределением масс в теле Земли.

Геоид (квазигеоид - почти геоид)- фигура, образованная уровенной поверхностью Мирового океана в состоянии покоя и равновесия и продолженная мысленно под материками.

Общий земной эллипсоид является эллипсоидом вращения - геометрической фигурой, близко подходящей к фигуре геоида.

Земной эллипсоид, определённым образом ориентированный в теле Земли, на поверхность которого проектируют результаты геодезических измерений и картографических работ, называют *референц - эллипсоидом*.

Как правило, такими параметрическими линиями являются параллели -геометрическое место точек равных широт, и меридианы - геометрическое место точек равных долгот.

Сетка меридианов и параллелей на земном эллипсоиде, шаре или на глобусе называется географической сеткой.

Известно, что Земля шарообразна и по форме близка к сфероиду — фигуре, которую она приняла бы под влиянием только сил взаимного тяготения и центробежной силы вращения вокруг полярной оси. Из-за неравномерного распределения масс Земля имеет обширные, хотя и довольно пологие, выпуклости и вогнутости.

Фигуру Земли можно представить, вообразив поверхность, в каждой точке которой сила тяжести направлена по нормали к ней, т.е. по отвесной линии. Такую поверхность называют уровенной. Сложную фигуру нашей планеты, ограниченную уровенной поверхностью, проходящей через точку, закрепленную на высоте среднего уровня моря и являющуюся началом отсчета высот, называют геоидом. Благодаря использованию искусственных спутников и наземных измерений геоид достаточно изучен. При картографировании сложную фигуру геоида заменяют математически более простой —

ЭЛЛИПСОИДОМ ВРАЩЕНИЯ — геометрическим телом, которое образуется при вращении эллипса вокруг его малой оси.

2.2 Координатные системы

Астрономические координаты определяются по наблюдениям небесных светил и связаны с положением *отвесной линии* в определяемой точке и относятся к поверхности *геоида*.

Геодезические координаты определяются из геодезических измерений и последующих вычислений на поверхности *референц-эллипсоида* и связаны с положением *нормали* в определяемой точке.

Система геодезических координат является основной на поверхности земного эллипсоида (рис.5).

Геодезической широтой (B) в данной точке на поверхности эллипсоида называется угол между нормалью данной точки и плоскостью экватора.

Геодезической долготой (L) называется двугранный угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана проходящего через данную точку.

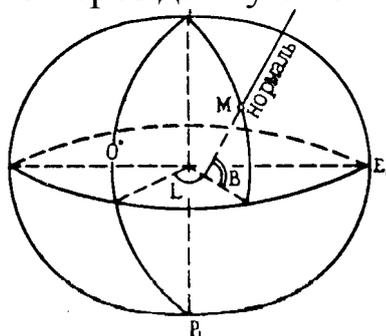


Рис. 5. Геодезические координаты

Астрономические и геодезические координаты часто обобщённо называют *географическими*.

Размеры референц-эллипсоида Красовского следующие:

- большая полуось $a = 6\,378\,245$ м ;
- сжатие $\alpha = 1/298,3$.

Ориентирование нового референц-эллипсоида было выполнено по Начальному пункту геодезической сети, за который принят центр круглого зала Пулковской обсерватории (с точностью до секунды). $B_0=59^\circ46'18''$; $L_0=30^\circ19'42''$; $A_0 =121^\circ 41' 39''$ (на пункт Бугры); $H_0=0$.

Таким образом, система координат 1942 года определяется:

- параметрами эллипсоида Красовского;
- исходными геодезическими датами.

Одновременно была введена и единая система высот - "Балтийская система высот", по которой счёт высот ведётся от нуля Кронштадтского футштока. Средний уровень Балтийского моря за период 1825-1940 гг. помечен горизонтальной чертой на металлической пластине, укреплённой в устье моста через Обводный канал в Кронштадте, черта фиксирует нуль футштока.

Уместно напомнить, что на основании высокоточного нивелирования, связавшего уровни разных морей, установлено, что средний уровень Балтийского моря на 0,74 м выше уровня Чёрного моря, на 2,0 м выше уровня Японского моря и на 0,23 м ниже уровня Белого моря.

- *Местные сети* создают для решения конкретных топографо-геодезических задач, когда густота пунктов государственных сетей оказывается недостаточной.

- *Пункты съёмочных сетей* служат для топографической съёмки.

- *Специальные сети* предназначены для решения инженерно-технических задач. К специальным можно отнести также сети, создаваемые на геодинамических полигонах в тектонически активных районах страны. Координаты и взаимное положение этих пунктов периодически повторно определяют с наивысшей точностью для выявления динамики земной поверхности.

- *Учебные сети* используют в учебно-методических целях.

Геодезические сети России подразделяют: на нивелирные, плановые и пространственные.

♦ *Нивелирные сети* фиксируют системы счета высот. Как правило, их строят методами геометрического нивелирования, а также способом спутникового позиционирования.

♦ *Плановые сети* обеспечивают закрепление плановых координат пунктов на эллипсоиде (и на карте). Их создают способами:

— триангуляции, когда в каждом пункте измеряют горизонтальные углы между направлениями на соседние пункты и некоторые расстояния между пунктами;

— полигонометрии — путём измерения расстояний и углов

между пунктами хода;

— трилатерации, в которой измеряют только расстояния между пунктами;

— с помощью спутникового позиционирования — определения плановых координат пункта по спутниковым наблюдениям.

◆ *Пространственные сети* создают методами космической геодезии. Каждый пункт хранит три координаты, определяющие его положение в геоцентрической системе координат, и может быть закреплён на земной поверхности, и на космическом аппарате. Так спутники, входящие в глобальные системы позиционирования, одновременно являются геодезическими пунктами, хранящими пространственные геоцентрические координаты.

2.3 Спутниковое позиционирование

Наиболее совершенный метод определения координат основан на использовании искусственных спутников Земли. Суть его заключается в следующем: летящие по строго заданным орбитам спутники, мгновенные координаты которых точно известны, непрерывно излучают радиосигналы, регистрируемые специальными спутниковыми приёмниками на Земле. Это позволяет с помощью радиотехнических средств измерять расстояния (дальности) от приёмника до спутников и определять местоположение приёмника (его координаты) или вектор между двумя приёмниками (приращения координат).

К концу прошлого века в мире созданы две эксплуатационные спутниковые системы, ознаменовавшие революционные изменения в геодезических измерениях:

- американская *Global Positioning System (GPS)* — Глобальная система позиционирования (ГСП);

- российская Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС).

К основным задачам, решаемым спутниковыми методами, относятся:

- ◆ развитие геодезических сетей;
- ◆ производство нивелирных работ вплоть до II класса точности;
- ◆ распространение единой высокоточной шкалы времени;
- ◆ исследование геодинамических процессов;

- ◆ мониторинг состояния окружающей среды и изучение ее динамики;
- ◆ координатное обеспечение кадастровых, землеустроительных, сельскохозяйственных и других работ;
- ◆ обеспечение координатами полевых тематических съёмок и инженерно-географических работ (комплексирование АП СНС с электронным тахеометром, эхолотом, anerоидом, магнитометром, цифровой фото-видеокамерами, инерциальными навигационными системами и др.);
- ◆ создание и обновление баз данных ГИС.

Основные достоинства спутниковых систем — их глобальность, оперативность, всепогодность, оптимальная точность и эффективность. В отличие от традиционных геодезических измерений видимость между определяемыми пунктами не нужна. ГСП действует в координатной системе **WGS-84**, а ГЛОНАСС — в координатной системе **ПЗ-90**.

Выделяют три главные подсистемы (сегменты):

- наземного контроля и управления (НКУ);
- созвездия космических аппаратов (КА);
- аппаратуры пользователей (АП).

Подсистема НКУ состоит из станций слежения за КА, службы точного времени, главной станции с вычислительным центром и станций загрузки данных на борт спутников. Спутники проходят над контрольными пунктами дважды в сутки. Собранную информацию об орбитах обрабатывают, и на этой основе прогнозируют координаты спутников (эфемериды), которые загружают на борт каждого спутника.

Главная наземная станция **GPS** находится на базе ВВС Колорадо-Спрингс и станции, расположенные на островах Вознесения, Диего-Гарсия, атолле Кваджалейн и Гавайских островах, управляют положением **GPS**.

НКУ ГЛОНАСС включает Центр управления системой (ЦУС), находящийся под Москвой, центральный синхронизатор (ЦС) с высокоточным стандартом частоты и времени для синхронизации системы и сеть станций слежения, размещённых в районе Санкт-Петербурга, Воркуты, Якутска, Петропавловска-Камчатского, Уссурийска, Улан-Удэ и Енисейска.

Подсистемы космических аппаратов (КА) **GPS** и ГЛОНАСС имеют по 24 работающих и по несколько резервных спутников. Спутники равномерно распределены в околоземном

пространстве на высотах около 20 тыс. км. На каждом спутнике установлены солнечные батареи питания, двигатели корректировки орбит, атомные эталоны частоты-времени, аппаратура для приема и передачи радиосигналов, бортовые компьютеры.

Аппаратура спутника и спутниковый приёмник образуют радиодальномер. Приёмник принимает радиосигналы, передаваемые спутником, и сравнивает их с выработанными в самом приёмнике, в результате чего определяется время распространения радиоволны, а затем и дальность до космического аппарата. На спутниках и в приёмниках имеются генераторы основных высокостабильных электромагнитных колебаний. Они формируют электромагнитные колебания, предназначенные для наиболее точных измерений дальностей фазовым методом, для менее точных — кодовым методом при помощи так называемых дальномерных кодов, а также для формирования навигационных сообщений.

Для выполнения фазовых измерений и для переноса к приёмнику дальномерных кодов и другой информации, содержащейся в навигационном сообщении, генерируются так называемые несущие радиоволны. Передатчики на всех спутниках излучают на двух частотах, обозначаемых $L1$ и $L2$. Две частоты нужны для того, чтобы исключить из измерений существенные временные задержки, возникающие при прохождении радиоволн через ионосферу. В *GPS* частоте $L1$ соответствует длина волны 19,0 см, а частоте $L2$ — длина волны 24,4 см. В ГЛОНАСС значения несущих частот $L1$ и $L2$ у каждого спутника свои, а соответствующие им длины волн близки к 19 см и 24 см.

Дальномерные коды представляют собой импульсы, чередующиеся в строго определённой последовательности, их обозначают символами 0 и 1. *Таким образом, код — это некоторая периодически повторяющаяся комбинация 0 и 1.* Генерируют коды двух типов: стандартной и высокой точности. Первые предназначены для гражданских пользователей, вторые точнее, сложнее и используются в военных целях.

Коды и навигационное сообщение встраиваются в несущие волны и с их помощью переносятся со спутника в приёмник пользователя. Высокоточные коды передаются на частотах $L1$ и $L2$, а гражданские коды — только на несущей частоте $L1$. Это

означает, что измеренные при помощи гражданских кодов дальности не защищены от ионосферных искажений. В *GPS* применяют кодовое разделение сигналов, все спутники работают на одних и тех же частотах, но каждый имеет свой код. В ГЛОНАСС — частотное разделение сигналов, каждый спутник имеет свои частоты, но у всех одинаковые коды.

Спутники *GPS* и ГЛОНАСС передают в приёмники навигационные сообщения, которые несут телеметрические данные, информацию о времени, метки времени и эфемериды (сведения, по которым вычисляются координаты спутника), а также альманах — сборник менее точных данных о местонахождении и состоянии всех спутников. Альманах нужен для планирования измерений. Точные сведения, касающиеся конкретного спутника, передаются только этим спутником. Информация альманаха транслируется всеми спутниками.

Спутниковые приёмники, составляют подсистему аппаратуры пользователей (АП). Созданы приёмники, ориентированные на использование спутников только одной системы и на одновременное использование спутников ГСП и ГЛОНАСС.

Все современные спутниковые приёмники — многоканальные, с шестью и более каналами. Каждый канал следит за своим спутником. При измерениях возникает проблема срыва сигналов на трассах распространения радиоволн из-за препятствий в виде рельефа, деревьев, зданий и других сооружений. Чем больше каналов, тем легче преодолеть эти трудности и найти необходимое количество видимых спутников.

По конструктивным особенностям приёмники делятся на:

- ◆ односистемные, ориентированные на приём сигналов одной системы;
- ◆ двухсистемные, принимающие сигналы как ГЛОНАСС, так и ГСП;
- ◆ кодовые, работающие только с дальномерными кодами;
- ◆ кодово-фазовые одночастотные, применяющие дальномерные коды и фазовые измерения только на частоте $L1$
- ◆ кодово-фазовые двухчастотные, использующие дальномерные коды и фазовые измерения на частотах $L1$ и $L2$.

Кодовые приёмники легки, компактны, умещаются на ладони. В одном корпусе совмещены все блоки (антенна, приёмник, источник питания). С их помощью возможно не только

определить пространственное положение, но и вычислить скорость и направление движения. Эти приёмники выдают координаты в различных форматах (широты, долготы, высоты, плоские координаты в разных проекциях и др.), они способны накапливать и хранить результаты измерений. Пользователь снимает отчёты по подсвечиваемому экрану, определяет расстояние, азимут и время прибытия к цели; на многих экранах можно видеть карту маршрута и своё положение на ней. Кодовые приёмники становятся основными приборами местоопределения в географических, геологических и других работах.

Кодово-фазовые приёмники малогабаритны, обычно оснащены отдельной антенной, имеют мощные накопители данных. Все они снабжены портами для интеграции с другой аппаратурой, питаются в основном от аккумуляторов. Нередко клавиатура с дисплеем установлена на вспомогательном устройстве — контроллере. Пользователь держит в руке контроллер и при измерениях вводит необходимые команды, такие как имя точки, высота антенны, атрибуты объекта местности и др.

По специализации приёмники могут быть предназначены для:

- ◆ сбора данных для географических информационных систем (ГИС);
- ◆ создания геодезических сетей и выполнения топографических съёмок;
- ◆ решения навигационных задач;
- ◆ обеспечения пожарных служб, милиции, скорой медицинской помощи, перевозки грузов, мобильной связи и др.

Важнейшее свойство карт как образно знаковых моделей действительности состоит в возможности непосредственно обозревать территории любых размеров, будь то район, область, страна, материк или даже Земля в целом. Это свойство основано на использовании масштаба и передаче картографируемых явлений в генерализованном виде.

Картографическая генерализация — это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению, масштабу карты и особенностям картографируемой территории.

Основной смысл генерализации — отображение картографируемой части действительности в её основных типических чертах и характерных особенностях.

В самом определении генерализации указаны основные факторы, влияющие и определяющие её: назначение карты, её масштаб и особенности картографируемой территории. К ним следует ещё добавить тематику карты.

При создании любой карты решаются два сложных вопроса: что и как показать на карте? На карте даже самого крупного масштаба нельзя чётко передать все, что имеется на местности или на исходных картографических материалах. Следовательно, при создании карты приходится делать отбор объектов, которые надо изобразить по тем или иным признакам с учётом назначения и масштаба будущей карты. Решение второго вопроса - как показать на карте отображённые объекты связано с обобщением их характеристик и выбором средств для достоверного и наглядного изображения картографируемой действительности.

Картографическая генерализация — это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

Генерализация — одно из проявлений процесса абстрагирования отображаемой на карте действительности.

Процесс генерализации труднее других картографических процессов поддаётся формализации и автоматизации. Не все этапы и процедуры могут быть алгоритмизированы, не все критерии удаётся однозначно формализовать. Качество генерализации во многом зависит от понимания картографом содержательной сущности изображаемых географических (геологических, социально-экономических и т.п.) объектов и явлений, умения выявить главные типичные их особенности. Опыт показывает, что автоматизация картографической генерализации должна опираться на интерактивные, диалоговые процедуры, обеспечивающие активное участие картографа.

С географических позиций генерализация рассматривается как процесс выделения на картах геосистем все более крупного ранга, их главных компонентов и взаимосвязей. Среди многообразия условий генерализации наиболее существенны следующие:

- научно-обоснованное обобщение легенды;
- отображение генетических и морфологических особенностей объектов и явлений;
- учёт внутренних и внешних взаимосвязей

изображаемых объектов, их иерархической соподчинённости;

- оптимальный подбор знаков и изобразительных средств.

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

Географически правильный отбор и обобщение самого картографического рисунка требует пристального внимания к передаче морфологии и генезиса изображаемых объектов. Картограф не может действовать механически, он должен понимать географическую сущность изображаемых явлений и процессов. При этом используется весь арсенал приёмов генерализации, применяются цензы и нормы отбора, производятся целесообразные смещения объектов или их утрирование. Главное требование географически достоверной генерализации — научно обоснованный показ пространственной структуры и взаимосвязей явлений. Нужно сохранить морфологический облик, выделить и даже подчеркнуть основные (инвариантные) элементы, характерные соотношения объектов, их соподчинённость.

Факторы генерализации определяют подходы к генерализации, её условия и характер.

Основными факторами, определяющими направление и степень генерализации элементов содержания карты, являются:

В процессе составления карты генерализация осуществляется следующими методами:

1. Классификация картографируемых предметов и явлений;
2. Отбора картографируемых объектов;
3. Обобщение изображения объектов на карте.

Картографическая генерализация начинается с классификации объектов картографирования.

1. Классификация объектов картографирования заключается в разделении всех объектов местности на качественно однородные группы и присвоение каждой из них соответствующих условных обозначений для изображения на картах.

В процессе такой классификации производятся:

- во-первых, качественная оценка и отбор объектов в соответствии с тематикой и назначением карты;
- во-вторых, все многообразие природных и социально-экономических объектов объединяются в ограниченное число групп и отображаются несколькими десятками условных знаков.

При переходе от карт крупного масштаба к мелкомасштабным, число классификационных групп или градаций постепенно сокращается за счёт исключения индивидуальных характеристик и обозначения и замены их собирательными обобщёнными.

3. Картографические проекции, применяемые для обработки геодезических измерений и создания топографических карт

3.1 Сущность картографических проекций и сеток

Чтобы изобразить поверхность Земли на плоскости, необходимо представить её в виде такого тела, поверхность которого определяется конечными математическими уравнениями – это шар или эллипсоид.

Отображение поверхности земного эллипсоида на плоскости называется картографической проекцией.

Изображение линий меридианов и параллелей земного эллипсоида на плоскости, выполненное в той или иной проекции называется картографической сеткой.

Пример.

Картографическая сетка будет иметь простой вид, если проекция описывается уравнениями:

$$x=f_1(B); \quad y=f_2(L),$$

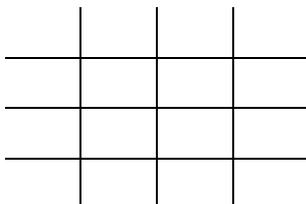


Рис. 6. Вид картографической сетки - 1

В этом случае меридианы и параллели будут взаимно перпендикулярными прямыми.

Если $x=f_1(B, L); \quad y=f_2(L)$, то меридианы будут прямыми, а параллели – кривыми (рис.7).

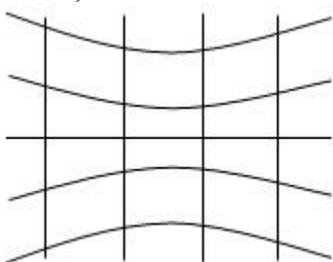


Рис.7. Вид картографической сетки - 2

Если $x=f_1(B); \quad y=f_2(B, L)$, то параллели будут прямыми, а меридианы – кривыми (рис.8).

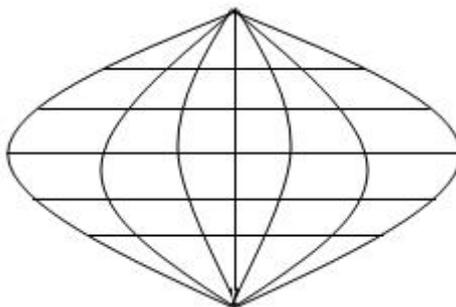


Рис.8. Вид картографической сетки - 3

Для каждой географической карты выбирается наиболее подходящая картографическая проекция в зависимости от ее содержания и назначения.

3.2 Искажения в картографических проекциях

При изображении поверхности эллипсоида на плоскости однозначность и непрерывность изображения достигаются путем деформации поверхности эллипсоида, что, естественно, приводит к изменениям истинных линейных, угловых и площадных элементов, т.е. к появлению искажений. Для наглядного представления о характере и значениях искажений рассмотрим, как изображается бесконечно малый круг поверхности эллипсоида на плоскости. В математике доказывается, что такой круг изображается на плоскости эллипсом искажений

Способы показа искажений.

Таким образом, для каждой картографической проекции можно вычислить значения присущих ей искажений. Наглядность их представления достигается графическим показом этих искажений. Этот показ может быть осуществлён разными способами, из которых наиболее распространёнными являются способ изокол, эллипсов искажений и способ графиков.

Способ изокол является наиболее наглядным. Изоколы – линии равных искажений – наносятся на карту интерполированием по значениям искажений, вычисленных для узловых точек картографической сетки.

В зависимости от того, какой вид искажений эти изоколы отображают, они называются изоколами длин, площадей или углов.

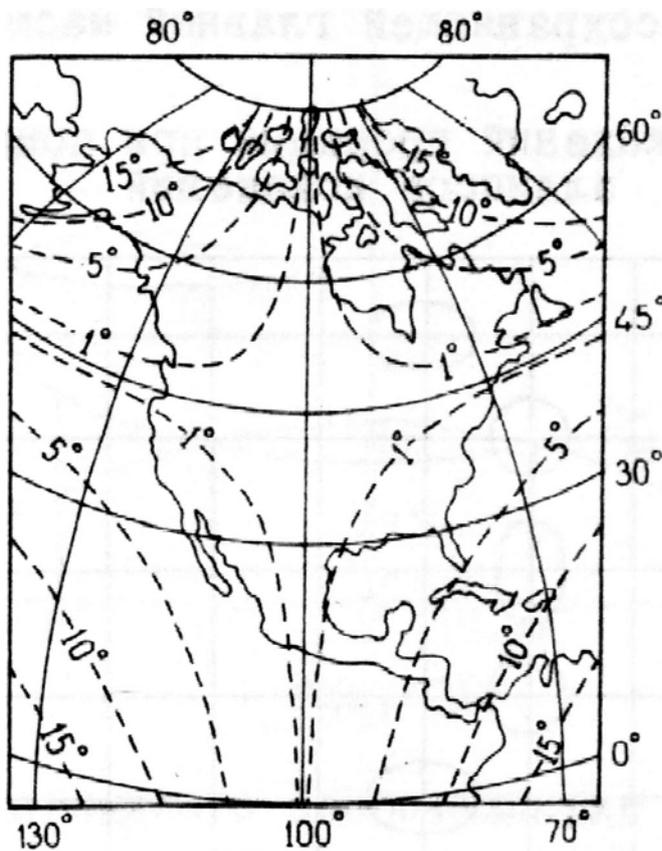


Рис. 9 Пример карты с изоколами

Наиболее наглядным и удобным способом определения показателей искажений являются макеты мелкомасштабных карт с изоколами. Это позволяет судить о размерах искажений в интересующих нас частях территории. Для примера приведём вид листа карты на Северную Америку в равновеликой проекции Бонна, с нанесенными изоколами наибольших искажений углов.

Как видно из рисунка, большая часть материка изобразится с минимальными искажениями.

Характер искажений картографических проекций является определяющим для всех последующих решений на использование этих проекций для создания конкретных карт

3.3 Классификация картографических проекций

Самым существенным признаком проекции является характер искажений. Другим признаком является вид линий картографической сетки. Существуют и некоторые другие основания классификации, например, такие, как способ использования проекции, вид уравнения проекции и др. Однако наибольшее применение нашли две классификации проекций: по характеру искажений и виду картографической сетки.

Все картографические проекции различают по четырём основным признакам:

- по характеру искажения;
- по виду нормальной картографической сетки;
- по расположению полюса;
- по способу использования и приложения.

Мы будем рассматривать только первые две.

Классификация по характеру искажений

Искажения присущи любой картографической проекции. Проекций, совершенно лишённых искажений, не существует. Однако есть проекции, свободные от искажений или углов, или площадей, или длин по одному из направлений. Поэтому принято выделять:

- равноугольные проекции, в которых не искажаются углы;
- равновеликие проекции, в которых не искажаются площади;
- равнопромежуточные проекции, в которых не искажаются длины по какому-либо направлению;
- произвольные проекции, которым присущи все искажения.

В равноугольных проекциях углы равны соответствующим углам на местности. Следовательно, $\omega = 0$ и тогда $a = b$. Это равенство означает, что эллипс искажений в равноугольных проекциях преобразуется в круг, а масштабы длин по всем направлениям одинаковы, т.е. $\mu = a = b = m = n$. На основании уравнений свойств эллипса искажений легко установить, что $\sin \Theta = 1$, следовательно, $\Theta = 90^\circ$, т.е. в равноугольных проекциях меридианы и параллели ортогональны.

Выражения

$$m = n \quad \text{и} \quad \Theta = 90^\circ,$$

взятые совместно, называют условием равноугольности картографических проекций.

Следует учитывать, что масштаб длин одинаков только в точке. При переходе же от точки к точке масштаб изменяется. Поэтому при картометрических работах необходимо непосредственно измеренные расстояния исправлять путём изменения масштаба.

Кроме того, равенство углов предполагает подобие фигур. Однако поскольку кривизна геодезических линий в картографических проекциях изменяется, то образованные таким образом фигуры все же не будут подобны соответствующим фигурам на эллипсоиде.

Отметим, что на картах в равноугольных проекциях можно измерять действительные углы и азимуты; на этих же картах удобнее, чем на картах в других проекциях, производить измерение длин по всем направлениям. Это определило широкое их применение на практике. Такие проекции особенно удобны для определения направлений и прокладки маршрутов по заданному азимуту, поэтому их всегда используют на навигационных картах. Зато карты, составленные в равноугольных проекциях, имеют значительные искажения площадей.

Равноугольными картографическими проекциями называются проекции, в которых отсутствует искажение углов (раньше такие проекции назывались конформными) (ГОСТ 21667-76)

В равновеликих проекциях площади фигур равны площадям соответствующих фигур на эллипсоиде, т.е. площади не искажаются. На основании формулы масштаба площади имеем

$$p = 1$$

или

$$ab = 1; a = \frac{1}{b}.$$

Это выражение называют условием равновеликости картографических проекций.

Наибольший и наименьший масштабы длин являются в равновеликих проекциях обратными величинами.

На картах в равновеликих проекциях можно измерять действительные значения площадей любых конечных фигур и сопоставлять эти площади, вот почему равновеликие проекции особенно ценны для создания мелкомасштабных обзорных, политических и сельскохозяйственных карт, однако в значительной мере нарушены углы и формы, особенно приполярные области.

Равновеликими картографическими проекциями называются проекции в которых отсутствуют искажения площадей (ГОСТ 21667-76).

В равнопромежуточных проекциях не искажается длина по одному из главных направлений (меридианам или параллелям), т.е. согласно формулам масштабов:

$$\text{или } a = 1;$$

$$\text{или } b = 1,$$

а для проекций с ортогональной сеткой соответственно $m=1$ или $n=1$.

Эти выражения называют условием равнопромежуточности картографических проекций.

Из сопоставления искажений можно утверждать, что равнопромежуточные проекции по своим свойствам занимают промежуточное положение между равноугольными и равновеликими. Они не сохраняют ни углов, ни площадей, но они меньше искажают углы, чем проекции равновеликие, и меньше искажают площади, чем проекции равноугольные. Поэтому они применяются тогда, когда нет надобности в ущерб искажению площадей сохранять равенство углов и, наоборот – в ущерб искажению углов сохранять равенство площадей.

В военной картографии картографические сетки и карты, созданные в равнопромежуточных проекциях, чаще всего используются для решения специальных задач.

Равнопромежуточные – называются произвольные проекции, в которых масштаб длин по одному из главных направлений постоянен и обычно равен главному масштабу карты.

Различают проекции равнопромежуточные по меридианам; равнопромежуточные по параллелям.

В произвольных проекциях искажаются и углы, и длины, и площади. Класс произвольных проекций является наиболее обширным, в него входят проекции, резко отличающиеся одна от другой по свойствам, обусловленным обычно конкретными требованиями использования карты. Например, требованиями ортодромичности (изображение кратчайших расстояний на глобусе прямыми линиями на карте) или проекции с минимальными искажениями в центральной части карты, «сбрасывая» сжатия и растяжения по краям и т.п.

Следует подчеркнуть, что достоинство проекции определяется чаще всего признаком минимума искажений. Оценка достоинства по этому признаку может быть

осуществлена и в количественном отношении, которое определяется каким-либо критерием. Обычно используются критерии минимаксного типа, согласно которому максимум модуля логарифма масштаба принимает минимальное значение $\max|\ln\mu| = \min$, или критерии вариационного типа, согласно которому принимают наименьшее значение некоторые функции, определяющие меру искажения.

4. Условия изображения земной поверхности на плоскости

4.1 Основные требования к изображению земной поверхности на плоскости

Поставив перед собой задачу - изучить изображение земной поверхности на плоскости, мы будем пред полагать, что в общем случае земная поверхность есть поверхность эллипсоида вращения. В частном случае, если это допускает условия задачи, мы будем пренебрегать сжатием эллипсоида и считать земную поверхность сферической.

Из теории внутренней геометрии поверхностей известно, что если одну поверхность можно преобразовать в другую посредством изгибания, то такие поверхности называет развёртывающимися одна на другой. Эти поверхности, очевидно, можно изобразить одну на другой с сохранением элементов внутренней геометрии, основными из которых является - длину, углы, площади.

Сфероид относится именно к той поверхности, которую нельзя развернуть ни на шаре, ни на плоскости с сохранением всех элементов внутренней геометрии.

Изображение сфероида на плоскости можно выполнить с сохранением лишь одного из трёх отдельных элементов: углов, расстояний, площадей. Остальные два элемента при этой искажаются. Исходя из этого, принято рассматривать три основных вида искажений: искажение длин, искажение площадей и искажение фигур, связанное с искажением углов.

Фигуры на поверхности эллипсоида без указанных выше искажений можно изобразить только на подобной же поверхности, которую называет глобусом.

Изображение на глобусе характеризуется следующими ценными свойствами:

- сохранением углов или подобием фигур;
- сохранением отношений длин линий или сохранением масштаба изображения на всей поверхности глобуса;
- сохранением отношений площадей фигур или равновеликостью изображения.

Однако, глобусы при всех их достоинствах являются громоздкими и пользование ими связано с большими неудобствами. Так, например, глобус в масштабе 1:1000000 имел бы диаметр около 13м. Поэтому глобусы изготавливаются лишь мелких масштабов. Обычно же, несмотря на неизбежность искажений прибегает к изображению земной поверхности на плоскости - к составлению карты, которая является портативной, удобной для хранения и пользования.

При изображении земной поверхности на плоскости нарушаются или все вышеуказанные свойства её изображения, представленного на глобусе, или большая часть их. Сохранение одних, определённых свойств может быть осуществлено только за счёт нарушения других.

Для наглядности иллюстрации того, как возникают на картах искажения, представим себе поверхность глобуса, разрезанную по меридианам на зоны - достаточно узкие, чтобы каждую из них без ощутимых искажений можно было развернуть в плоскость. При соединении этих зон на плоскости так, как показано на рис. 10 получают разрывы по меридианам.

Развёртка на плоскости поверхности глобуса, разрезанной по меридианам на зоны

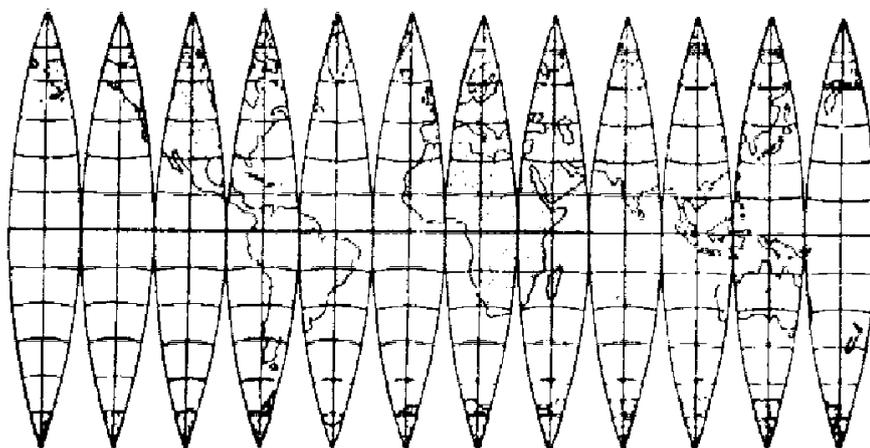


Рис. 10 Развёртка

Если поверхность глобуса разрезать на достаточно узкие пояса по параллелям, то при их соединении на плоскости так, как показано на рис. 11, получается разрывы по параллелям.

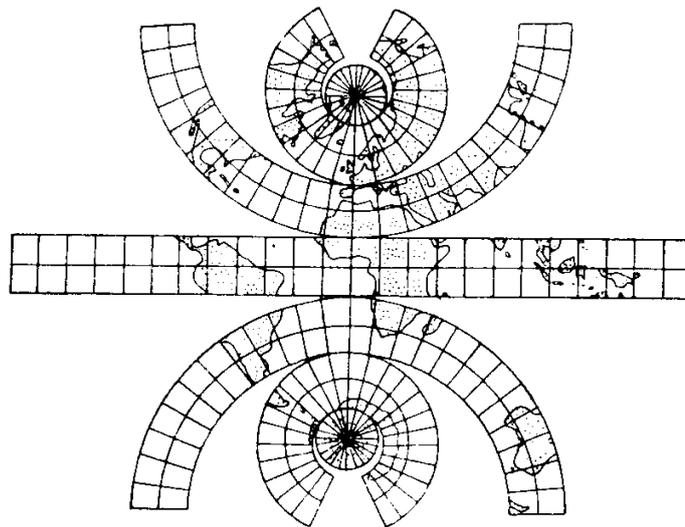


Рис. 11 Развёртка на плоскости поверхности глобуса, разрезанной по параллелям на пояса

Для того, чтобы из комбинации полосок на плоскости получить сплошное изображение, необходимо произвести равномерное растяжение полосок, что и вызовет искажение изображения. Вид порченного искажённого изображения в результате растяжения применительно к рисункам 10 и 11 показаны на рисунках 12 и 13.

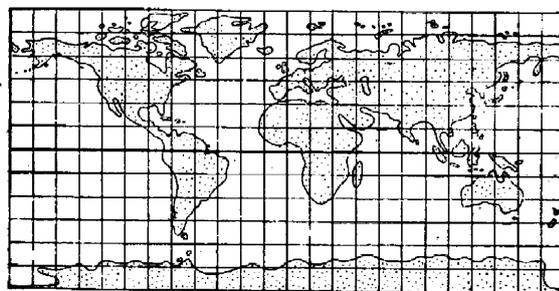


Рис. 12 Карта мира, полученная растяжением зон, показанных на рис.10

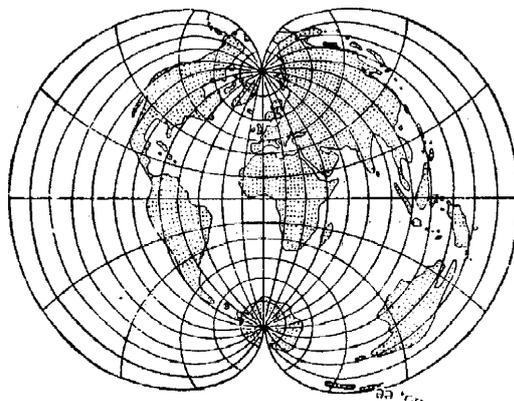


Рис. 13 Карта мира, полученная растяжением поясов на рис. 11

Величина искажений, которые могут быть значительными или незначительными, зависят от размера картографируемой территории и способа построения изображений

Для того, чтобы на карте была обеспечена возможность производить различные измерительные действия, связанные с определением расстояний, площадей, углов и направлений, к картографическому изображению предъявляются следующие требования:

1. Изображение должно быть непрерывное, сплошное, т.е. не должно иметь разрывов и складок, или иметь их в очень малом числе.

2. Изображение должно быть однозначным, т.е. каждой точке земной поверхности должно соответствовать только одно значение на карте.

3. Изображение должно быть подчинено определённому математическому закону, по которому можно в любой точке карты определить масштаб, искажение площади и угловые искажения.

4. Искажения на картографируемой территории должны быть возможно меньшими.

5. Математическая основа карт

5.1 Сущность математической основы карт

Математическая определённость карт достигается тем, что карты создаются по определённым математическим законам или на определённой математической и геодезической основах.

Математическая основа карт - совокупность математических элементов карт: масштаб карты, картографическая проекция, компоновка, разграфка и номенклатура карты. Математические элементы карты тесно связаны между собой и элементами геодезической основы.

Масштаб - это число показывающее степень уменьшения размеров эллипсоида при его изображении на плоскости.

Картографическая проекция - математически выраженный способ отображения поверхности земного эллипсоида на плоскости.

Компоновка карты - положение рамок карты относительно изображаемой на карте области, размещение названия карты, её легенды, врезных (дополнительных) карт и графиков относительно картографической сетки.

Разграфка карты - система деления карты на отдельные листы.

Номенклатура карты - система обозначения отдельных листов данной карты.

Геодезическая основа карт - совокупность элементов земного эллипсоида и системы геодезических координат, которая включает в себя:

- параметры земного эллипсоида (a , α , e);
- исходные геодезические даты (геодезические широта и долгота начального пункта, азимута на ориентирный пункт, высоту геоида над эллипсоидом в начальном пункте);
- опорные пункты геодезической сети и, связанные с ними координатные сетки.

Математическая и геодезическая основы разрабатываются при проектировании любых картографических произведений и обуславливаются целевым назначением проектируемых произведений.



Рис. 14 Основные элементы математической основы

5.2 Масштаб карты

Масштаб карты — степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности (точнее — на поверхности эллипсоида).

Строго говоря, масштаб постоянен только на планах, охватывающих небольшие участки территории. На географических картах он меняется от места к месту и даже в одной точке — по разным направлениям, что связано с переходом от сферической поверхности планеты к плоскому изображению. Поэтому различают главный и частный масштабы карт.

Главный масштаб показывает, во сколько раз линейные размеры на карте уменьшены по отношению к эллипсоиду или шару. Этот масштаб подписывают на карте, но необходимо иметь в виду, что он справедлив лишь для отдельных линий и точек, где искажения отсутствуют. Частный масштаб отражает соотношения размеров объектов на карте и эллипсоиде (шаре) в данной точке. Он может быть больше или меньше главного.

Частный масштаб длин показывает отношение длины бесконечно малого отрезка на карте к длине бесконечно малого отрезка на поверхности эллипсоида или шара, а частный масштаб площадей передаёт аналогичные соотношения бесконечно малых площадей на карте и на эллипсоиде или шаре.

Картографическая проекция — это математически определённое отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты.

Проекция устанавливает однозначное соответствие между геодезическими координатами точек (широтой B и долготой L) и их прямоугольными координатами (X и Y на карте).

Все картографические проекция имеют искажения. Иногда они очень заметны, например, очертания материков становятся непривычно вытянутыми или сплюснутыми. Некоторые части изображения словно раздуты, другие — деформированы. Есть карты, на которых Гренландия выглядит больше, чем Южная Америка, хотя в действительности она меньше её в восемь с лишним раз, а Антарктида иногда вообще занимает весь юг карты. Искажаются не только размеры, но и формы объектов. На рис.1 дан контур России в трёх разных проекциях. Видно, что в одном случае очертания Чукотки как бы опущены книзу, в другом — «задраны» кверху, а в третьем — они находятся на уровне полуострова Таймыр.

На самом же деле, именно на Таймыре находится северная оконечность России — мыс Челюскин.

В картографических проекциях могут присутствовать следующие виды искажений:

искажения длин — вследствие этого масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены;

искажения площадей — масштаб площадей в разных точках карты различен, что является прямым следствием искажений длин и нарушает размеры объектов;

искажения углов — углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности;

искажения форм — фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажениями углов.

5.3 Разграфка, номенклатура и рамки карты

Разнообразие масштабов, условных знаков и содержания географических карт в конце XIX века очень затрудняло их использование для сравнительного изучения различных стран.

На V Международном конгрессе в Берне в 1891г. (Швейцария) профессор Венского университета Альбрехт Пенк (25.10.1858-07.03.1945) внёс предложение о составлении карты в масштабе 1:1000000 на территорию всей Земли в единой

проекции, единых условных знаках, с единым отбором содержания.

Такая карта получила название Международной миллионной карты. Её программа была разработана на специально созванных конференциях 1909-1913 гг. Работы по созданию такой карты прерывались I и II мировыми войнами и фактически развернулись после 1945г.

В 1962г. Техническая конференция ООН по Миллионной карте разработала новую программу, по которой эта карта предназначалась для:

- общего изучения территории;
- разработке планов экономического развития;
- как основа для разработки тематических карт;
- как основа для построения всего масштабного ряда.

По этой программе только на территорию суши (28,2% земной поверхности) необходимо создать 1100-1150 карт масштабов 1:1000000.

Международная миллионная карта составляется в равноугольной конической проекции Гаусса и служит основой для построения всего масштабного ряда.

Разграфка, или нарезка карты, — это система деления многолистной карты на листы.

Листы карт разных масштабов имеют разные размеры.

Обозначение отдельного листа карты называется её номенклатурой.

Серии государственных топографических и тематических карт, включающие тысячи листов, имеют в каждой стране стандартную разграфку. Например, в России в основу разграфки топографических карт положена карта в масштабе 1:1000000, любой её лист представляет собой трапецию, которая ограничена меридианами, проведёнными через 6° , и параллелями, проведёнными через 4° . Разграфку карт более крупных масштабов получают, деля лист миллионной карты на части. В одном листе миллионной карты содержится четыре листа карты в масштабе 1:500000, 36 листов карты в масштабе 1:200000 и т.д.

Номенклатура листа карты масштаба 1:1000000 состоит из обозначений ряда и колонны. Ряды располагаются параллельно экватору и обозначаются заглавными буквами латинского алфавита. Границами рядов служат параллели, проведённые от экватора через 4° по широте. Счёт рядов идёт от экватора к

полюсам: А, В, С, D, Е и т.д. Следовательно, в северном и южном полушариях будет по 22 таких ряда и по 1 полярной «шапке» вокруг полюсов, ограниченной параллелями с широтой 88° . Колонны располагаются вертикально. Границами их служат меридианы, проведённые через 6° по долготе. Колонны обозначаются арабскими цифрами с нумерацией с запада на восток, считая первой колонну с западным меридианом 180° от Гринвича. Всего таких колонн будет 60. Номенклатура листа карты состоит из буквы ряда и номера колонны. Например, для заштрихованного листа карты, изображённого на рис. 15, номенклатура будет N-35.

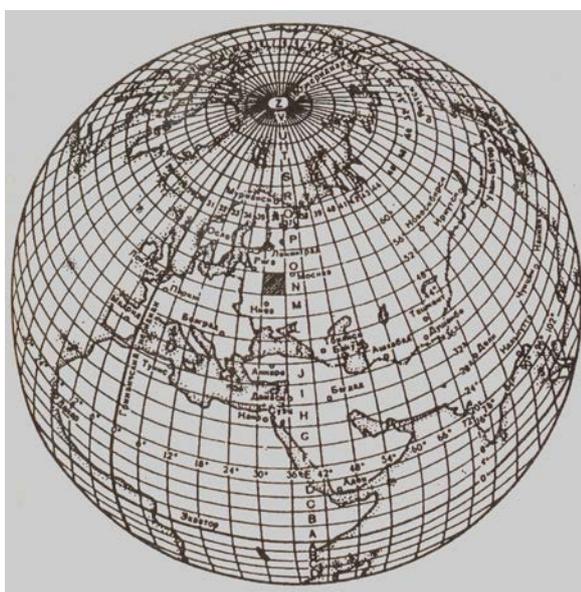


Рис.15 Разграфка трапеций карт масштаба 1:1000000

Каждая трапеция миллионной карты делится на четыре трапеции карты масштаба 1:500000 срединными меридианами и параллелями (рис. 16). Следовательно, размеры трапеций карты масштаба 1:500000 по широте - 2° , по долготе - 3° . Номенклатура их получается прибавлением к номенклатуре миллионной трапеции, в которую они входят, одной из первых четырёх заглавных букв русского алфавита (А, Б, В, Г).

Разграфка трапеций карт масштаба 1:300000 получается делением трапеции карты миллионного масштаба на 9 трапеций с размерами сторон: по широте $1^\circ 20'$, по долготе 2° .

N-35

1	2	III	6	IV	V	VI	12
13		II					24
25			IX	X		Б	36
37	VII	А					48
49		XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	60
61							72
73		XX	XXI				84
85	XIX						96
97	XXV	В	XXVII		Г		108
109							120
121	XXXI		XXXIII				XXXVI
133							144

Рис. 16 Деление карты масштаба 1:1000000 (например, N-35), на листы карты масштаба 1:500000 (N-35-Г), 1:200000 (N-35-XX) и 1:100000 (N-35-6).

Номенклатуру трапеции карты трёхсоттысячного масштаба получим, если припишем слева перед номенклатурой соответствующей трапеции миллионной карты одну из первых девяти римских цифр, например VIII-N-35 (рис. 17)

I	II	III
IV	V	VI
VII	VIII	IX

Рис. 17 Деление карты масштаба 1:1000000 (например, N-35), на листы карты масштаба 1:300000.

Разграфка трапеций планшетов топографической съёмки масштабов 1:5000 и 1:2000 и их номенклатура получаются следующим способом: трапеция карты масштаба 1:100000 делится на 256 частей; каждая получившаяся трапеция изображается на планшете масштаба 1:5000 (рис. 18).

N-35-5

1						8									16
						40									
65						72									80
						104									
						136									
161						168									176
						200									
241						248									256

Рис. 18 Деление карты масштаба 1:100000 (например, N-35-5), на листы карты масштаба 1:5000 N-35-(256).

Последняя (1:5000) подразделяется на 9 частей для получения трапеций планов масштаба 1:2000. Номенклатура трапеции планов масштаба 1:5000 получается добавлением к номенклатуре трапеции карты масштаба 1:100000 номера от 1 до 256, взятого в скобки, например, N-35-5-(248), а номенклатура трапеций планов масштаба 1:2000 добавлением ещё одной из девяти строчных букв русского алфавита (а, б, в, г, д, е, ж, з, и), например: N-35-5-(248-и) (см. рис. 19). Размеры трапеций планов масштаба 1:5000: по широте - 1'15" по долготе - 1'52,5"; трапеции планов масштаба 1:2000: по широте 25", по долготе - 37,5".

248		
а	б	в
г	д	е
ж	з	и

Рис. 19 Деление карты масштаба 1:5000 (например, N-35-5-(248), на трапеции плана масштаба 1:2000 N-35-5-(248-и).

Съёмки и составление планов в крупных масштабах (1:5000 и крупнее) можно выполнять на планшетах в квадратной или

прямоугольной разграфке. В этом случае за основу принимают планшеты масштаба 1:5000 с размерами рамок 40x40см или трапецию 2x2 км (4 км², или 400 га). Нумерация планшетов планов масштаба 1:5000 выполняется арабскими цифрами 1, 2, 3, для сельской местности - в соответствии с постановлением соответствующих органов местного управления, а для городских территорий её устанавливает главный архитектор города.

Особый способ разграфки применён для международной карты в масштабе 1:2500000 (рис. 20). Поверхность Земного шара разделена на шесть зон (три — к северу и три — к югу от экватора). Четыре зоны даны в равнопромежуточной конической, а две приполярные — в равнопромежуточной азимутальной проекциях. Всего карта включает 224 листа плюс 38 перекрывающихся для целостного изображения отдельных компактных районов и стран.

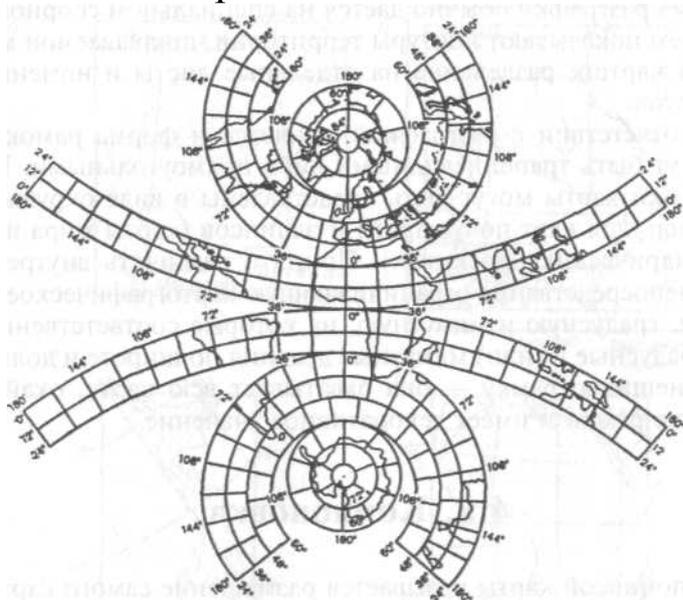


Рис. 20 Разграфка Международной карты Мира масштаба 1:2500000.

При прямоугольной разграфке карта нарезается на листы одинакового формата, это удобно для печатания карт, совмещения их по общим рамкам, склейки или брошюровки.

С разграфкой непосредственно связана номенклатура, т.е. система обозначения листов в многолистных сериях карт.

Для топографических и обзорно-топографических карт установлена единая государственная система номенклатуры, которая начинается с миллионной карты и далее последовательно наращивается. Номенклатура тематических карт

может совпадать с топографическими или быть произвольной, например, листы гипсометрической карты России с сопредельными странами в масштабе 1:2500000 обозначаются порядковыми номерами.

Компоновкой карты называется размещение самого картографического изображения, названия карты, легенды, врезок и других данных внутри рамки, на полях карты или в пределах листа.

Компоновка считается удачной, если все элементы карты размещены целесообразно, достаточно компактно, но нескученно, ими удобно пользоваться, — словом, пространство карты рационально организовано и изображение зрительно уравновешено.

Координатные сетки — важный элемент математической основы карт. Они необходимы для ориентирования по карте, определения направлений (азимутов, румбов, дирекционных углов), прокладки маршрутов, нанесения элементов содержания, нанесения новых объектов по их координатам и снятия с карты координат объектов. Кроме того, наличие сетки позволяет судить о масштабе карты, о виде проекции и распределении искажений в ней. Сетка делает карту картой, говорят даже, что «карта без сетки все равно, что термометр без шкалы». На картах используют разные координатные сетки.

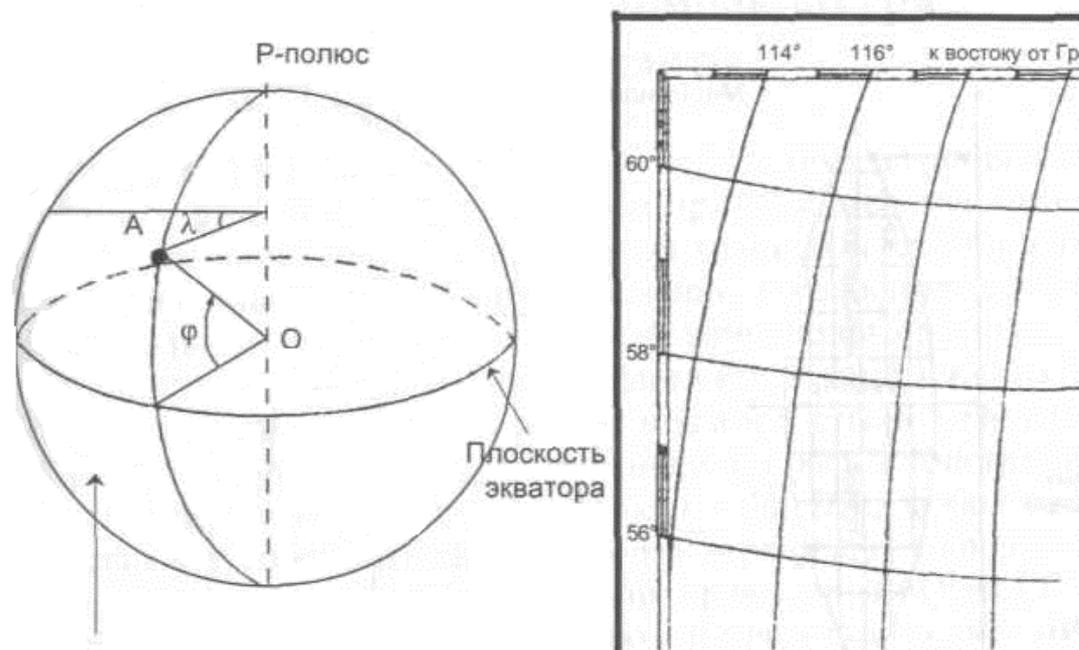


Рис. 21 Широта (φ) и долгота (λ) точки А на глобусе и сетка параллелей и меридианов на карте

Картографическая сетка — это изображение на карте линий меридианов и параллелей (географической сетки), отражающих значения долгот, счёт которых ведётся от начального Гринвичского меридиана, и широт, которые отсчитываются от экватора (рис. 21).

Картографическая сетка имеет важный географический смысл, она показывает направления «север — юг» и «запад — восток», позволяет судить о широтных поясах, о расположении объектов относительно стран света.

Сетка прямоугольных координат (прямоугольная сетка) — стандартная система взаимно перпендикулярных линий, проведённых через равные расстояния, например через определённое число километров (отсюда название — километровая сетка, или сетка километровых квадратов). Обычно эта сетка наносится на топографические карты и планы, её вертикальные линии идут параллельно осевому меридиану геодезической зоны (ось абсцисс), а горизонтальные — параллельно экватору (ось ординат); они оцифрованы через километр, а километровая рамка карты имеет более дробные деления (рис. 22). Такая сетка удобна для геодезических вычислений: определения прямоугольных координат, расстояний, дирекционных углов и т.п.

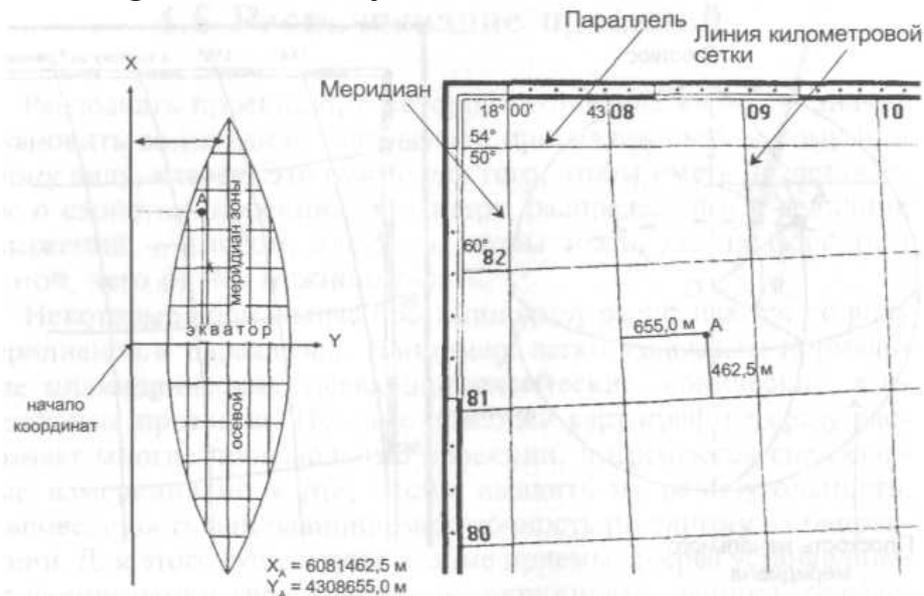


Рис. 22 Изображение геодезической зоны с координатными линиями и сетка прямоугольных координат (километровая сетка) на топографической карте.

Топографические карты России создают в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, а США и многие другие западные страны — в универсальной поперечно-цилиндрической проекции Меркатора (сокращённо *UTM*). Обе проекции близки по своим свойствам; по существу та и другая являются многополосными.

Морские и аэронавигационные карты всегда даются исключительно в цилиндрической проекции Меркатора, а тематические *карты морей и океанов* создают в самых разнообразных, иногда довольно сложных проекциях. Например, для совместного показа Атлантического и Северного Ледовитого океанов применяют особые проекции с овальными изоколами, а для изображения всего Мирового океана — равновеликие проекции с разрывами на материках.

Топографические карты Российской Федерации организованы в чёткую систему, обеспечивающую точность и современность их содержания и регулярность издания.

Эту систему отличают следующие признаки:

- единая математическая основа;
- унифицированность условных обозначений;
- действие единых нормативных документов по созданию карт;
- сквозная технология составления карт: от съёмочных масштабов до средних;
- единство оформления карт;
- регулярное покрытие территории страны топографическими картами;
- организация хранения топографических материалов.

Математическая основа топографических карт закреплена законодательно. Карты строят в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, вычисленной для принятого референц-эллипсоида по шестиградусным зонам. Разграфка и номенклатура листов масштабного ряда определяются последовательным делением трапеций листов карты масштаба 1:1000000 (листы размером 4°х 6°).

Высотной основой служит Балтийская система высот.

Топографические карты обеспечивают возможность нанесения контуров и выполнения измерений с предельной точностью — 0,01 мм в масштабе карты.

Масштабный ряд достаточно широк: от очень крупных масштабов 1:10000 до 1:1000000 включительно.

Топографические планы (1:500—1:5000) - результат полевых инструментальных съёмок: мензульной, тахеометрической, фототеодолитной, спутниковой, и др.

Планы создают при любом строительстве и выполнении землеустроительных работ; их генерализация минимальна, содержание по возможности приближено к местным условиям, для чего в таблицу условных обозначений даже включены дополнительные знаки. Планы создают многие хозяйственные ведомства и хранят их нередко в рукописном виде.

Топографические карты (1:10000—1:100000) составляют основу топографического фонда страны. Они создаются по полевым материалам, на 95% — на основе аэрофотосъёмки и отличаются большой документальностью. Крупные масштабы карт позволяют передать локальные особенности местности (например, строение долин рек), местные природные ресурсы (водообеспеченность) и характер использования территории (например, показать все населённые пункты и промышленные объекты).

В настоящее время около трети территории России покрыто картами масштаба 1:10000 (населённые пункты, промышленные зоны, зоны интенсивного сельскохозяйственного освоения).

Карта масштаба 1:25000 с 70-х годов XX в. является генеральной картой страны. Карты 1:50 000 и 1:100 000 регулярно составляют на основе карт более крупных масштабов, поддерживая их на уровне современности. Карты на обжитые районы обновляют и переиздают через шесть-восемь лет; на малоиспользуемые — через 10—15 лет.

Вопрос «старения содержания» — общий для всех топографических карт. Карты периодически переиздают с обновлённым содержанием. В последние десятилетия для этого используют космические материалы, позволяющие оперативно вносить изменения в содержание карт, не дожидаясь полевых съёмок.

Обзорно-топографические карты (1:200000—1:1000000) составляют камерально. Отбор и обобщение элементов содержания достаточно велики. Например, на карте 1:1000000 в густонаселённых районах присутствует всего 10—15%

населённых пунктов, со значительным обобщением даётся речная сеть и т.п.

Для сравнения отметим, что генеральная карта России в масштабе 1:25000 включает 201440 листов.

Обзорно-топографические карты имеют многоцелевое назначение. Вместе с тем они играют и специальную роль, что влечёт за собой включение дополнительного содержания.

Например, на карте 1:200000 усилено внимание к дорожной сети, а на обороте каждого листа приводится географическая «Справка о местности» с описанием грунтов и сезонной проходимости местности. Карты масштабов 1:500000 и 1:1000000, используемые как полётные, содержат систему изокол и данные о магнитном склонении.

Обзорно-топографические карты сыграли особую роль в изучении природных ресурсов страны, став основой для тематического картографирования. В этой связи следует назвать обзорно-топографическую карту масштаба 1:300000, созданную 1950-1960 гг. и не вошедшую в государственную систему топографических карт. Она предназначалась для географического изучения местности и отличалась очень большой детальностью, сопоставимой с картой масштаба 1:100000. Именно соединение детальности с обзорностью позволило обнаружить многие географические закономерности и связи явлений. Эта карта и сейчас не потеряла значения при экологической оценке территорий.

Важнейшую роль в познании страны сыграла карта масштаба 1:1000000. По основным математическим параметрам она входит в состав Международной карты Мира масштаба 1:1000000, созданной усилиями картографических служб ряда стран на материковую часть Земли, а по содержанию карта оригинальна и составлена в соответствии с принятыми в нашей стране классификациями и правилами генерализации.

6. Создание оригиналов топографических карт

6.1 Сущность создания оригиналов карт

Составлением карты называют совокупность работ по изготовлению оригинала карты, который полностью отвечает содержанию карты и выполнен в установленных картографических знаках с заданной точностью и генерализацией.

Обычно в составление входят следующие процессы:

- подготовка картографических источников к составлению;
- построение координатных сеток карты;
- перенос информации с источников на составляемый оригинал;
- обработка этой информации (генерализация);
- графическое оформление оригинала (вычерчивание, окраска и т. д.).

Подготовка карты к изданию - это процесс изготовления издательского оригинала карты и приложений к нему в соответствии с требованиями издания.

По содержанию издательский оригинал должен по точности и полноте содержания должен соответствовать составительскому оригиналу и быть отработан с учётом требований руководящих документов по картографическим и картоиздательским работам.

Комплекс работ по созданию составительского оригинала топографической карты обычно имеет строгую логическую последовательность, называемую в картографическом производстве способом составления. Он определяется технологическим обеспечением, в первую очередь наличием и видом картографических материалов. Кроме того, на его выбор влияние оказывают масштаб создаваемой карты и географические особенности картографируемого района. Наконец, немаловажное значение имеет экономическая эффективность. Выбранная технология должна обеспечить создание оригинала карты при наименьших затратах времени, сил и средств.

Факторы, влияющие на выбор способа составления карт:

- видом исходных картографических материалов (ДПХ, цветной оттиск, составительский оригинал);

- предлагаемой технологией подготовки карты к изданию (гравирование, ОСГ);
- сроков создания карты (простейшее в военное время, одноцветка);
- особенностей физико-географических условий картографируемой территории;
- имеющимся технологическим оборудованием (формат печатной машины и т.д.);
- квалификацией исполнителей (слабый, сильный – ОСГ);
- экономическая эффективность;
- вид и масштаб создаваемой карты.

В соответствии с этим факторами в современном картографическом производстве существуют следующие основные способы составления:

1. раздельное составление элементов содержания карты по голубым копиям с основного картографического материала, полученным на нескольких прозрачных основах;
2. совмещённое составление элементов содержания карты по одной голубой копии полученной с основного картографического материала;
3. составление с одновременными гравированием издательских оригиналов.

Совокупность отдельных операций каждого способа составления составляет технологическую схему составления.

6.2 Технологическая схема составления карт

Технологической схемой принято называть совокупность процессов, направленных на получение конечного продукта с высоким качеством. В соответствии с существующими способами составления существуют и соответствующие технологии изготовления составительского оригинала.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА

раздельное составление элементов содержания карты по голубым копиям с основного картографического материала

I. Подготовка исходных картографических материалов к фотографированию.

Создание составительского оригинала начинается с подготовки картографической основы, к которой предъявляются следующие требования:

- а) сохранение постоянства размеров;
- б) отсутствие внутренних деформаций.

В соответствии с этими требованиями в качестве основы для составления служит не деформирующийся пластик или алюминиевая пластика, оклеенная картографической бумагой.

Подготовка основы для составления заключается в нанесении на неё сеток и точек, необходимых для построения картографического изображения. Подготовка основы включает следующие виды работ:

- а) определение географических координат углов рамки и других узловых точек картографической сетки;
- б) определение прямоугольных координат углов рамки и узловых точек картографической сетки;
- в) определение теоретических размеров листа;
- г) выбор из ККГП значений координат опорных пунктов участвующих в монтаже;
- д) нанесение на основу узловых точек листа карты и опорных пунктов;
- е) вычерчивание картографической и прямоугольной сеток и рамки листа (вычерчивание синим цветом, точность построений 0,2 мм).

Подготовка картографических материалов к использованию включает:

- а) отбор пунктов плановой геодезической основы, необходимых для монтажа копий основного картографического материала;
- б) проверку соответствия положения обозначения пунктов их координатам, помещённым в каталоге;
- в) построение на основном картографическом материале прямоугольной сетки в принятой системе координат;
- г) подготовка картографического материала к фотографированию.

Эта операция заключается:

- в заправке нечётких мест тушью или красками;
- поднимаются элементы, отпечатанные слабо воспроизводимыми красками (голубая);

- вычерчивается прямоугольная или картографическая сетка тушью;
- через центры обозначений опорных пунктов, отобранных для монтажа проводятся две взаимно - перпендикулярные линии длиной 1,5-2 см;
- на полях указываются размеры для фотографирования.

Для монтажа отбирается 1 – 2 пункта на 1 дм² площади карты, равномерно расположенных на листе. Выбранные для монтажа пункты проверяются путём сравнительных координат с координатами помещёнными в каталоге координат. Предельные отклонения 0,3мм.

II. Фотографирование и изготовление копий. Подготовленный картографический материал фотографируется в рассчитанных размерах. Фотографирование производится с помощью специального репродукционного фотоаппарата на фототехническую плёнку. С негатива контактным копированием на пластике получают диапозитив, размеры которого должны быть равны теоретическим, а рисунок должен быть чётким и не иметь фотографических дефектов. Отклонение допустимо только в сторону уменьшения не более чем на 0,1% длины. Диапозитивы, размеры которых окажутся больше теоретических, для дальнейшего использования непригодны.

III. Монтаж копий картографических материалов является завершающей операцией подготовки картографической основы. Изображения опорных пунктов и узловых точек рамок на копиях совмещаются с идентичными точками на подготовленной ранее основе. Это делается на просветном столе, обеспечивающем хорошую видимость. При наилучшем совмещении (отклонения не более 0,2мм) копии закрепляются клеем или липкими материалами.

Полученный в результате оригинал монтажа по своему содержанию является картографической основой. Однако по своим техническим свойствам (следы монтажа, наличие порезов, глянцевая поверхность копии, чёрный цвет изображения) оригинал монтажа непосредственно для составления непригоден. С него контактным копированием получают синие копии на чертёжном пластике или гравировальной основе.

IV. Изготовление голубых копий на чертёжном пластике. В практике составления оригиналов карт установлен принцип разделения штриховых элементов на группы по цветности

издания. Таких групп для крупномасштабных карт существуют три.

Первую группу составляют элементы, печатаемые при издании черным цветом и называемые контуром (элемент К). В неё входят: математические и геодезические элементы, населённые пункты, дорожная сеть, промышленные объекты и ориентиры, границы растительного покрова и грунтов и др.

Вторую группу составляют гидрографические и некоторые другие объекты с подписями названий и характеристиками, печатаемые при издании синим цветом (элемент Г).

Третью группу составляют элементы рельефа, печатаемые коричневым цветом (элемент Р).

Исходя из этого и готовятся три голубые копии.

V. Составление элементов содержания карты осуществляется, как правило, в такой последовательности: математические и геодезические элементы, гидрография, контур, рельеф. Важное значение при этом имеет обеспечение совмещения элементов на разных основах. Для обеспечения согласованности применяют скрепление их специальными штифтами, подкладывая под основу уже составленный элемент. Например, при составлении контура необходимо под основу подкладывать гидрографию для точного нанесения мостов, дорог и других объектов, близко расположенных к береговой линии. После составления производится самокорректра.

VI. Изготовление совмещённого диапозитива. Необходимость его обусловлена тем, что совмещение всех трёх элементов трудно проконтролировать вместе из-за недостаточной видимости через тройную толщину пластика. Кроме того, в случае сложного содержания он используется в качестве основы для закраски фоновых элементов (площади растительного покрова и грунтов, водных пространств, кварталов и полотна автомобильных дорог с покрытием). Он изготавливается путём последовательного копирования штриховых элементов с оригиналов К, Г, Р. Материалом служит матированный пластик.

VII. Корректра, исправление недостатков, выписка названий для набора и окончательная приёмка комплекта материалов.

Одновременно с составлением исполнитель заполняет формуляр листа. Формуляр заполняется им после окончания

отдельных промежуточных видов работ и после проверки полностью отработанных составительских оригиналов.

Названия для фотонабора выписываются исполнителем с проверенного и исправленного составительского оригинала.

Составительские оригиналы кроме исполнителя проверяет начальник подразделения в процессе приёмки работы. После этого даётся разрешение на представление оригиналов к приёмке отделением технического контроля.

Законченный составлением лист карты на отдельных прозрачных основах передаётся на гравирование в следующей комплектности:

- расчленённые составительские оригиналы (К, Г, Р);
- совмещённый цветной диапозитив (К+Г+Р + фоновые элементы);
- формуляр листа карты;
- список названий для набора подписей.

Рассмотренный способ применяется во всех случаях как наиболее эффективный способ составления.

В. Совмещённое составление элементов содержания карты на одной голубой копии.

Составление всех элементов содержания на одной голубой копии может применяться при составлении карт на районы с незначительной нагрузкой, а также при использовании разнородных и трудных для обработки картографических материалов. Этот способ составления отличается от рассмотренного выше лишь тем, что составление элементов Г, К, Р производится одновременно на одной, а не на разных основах.

В этом случае комплект материалов для подготовки карты к изданию включает:

- составительский оригинал на прозрачной основе (К+Г+Р);
- формуляр листа карты;
- список названий для набора подписей.

С. Составление с одновременным гравированием издательских оригиналов (ОСГ).

ОСГ - является наиболее экономичным способом создания карт. При одновременном составлении и гравировании с оригинала монтажа основного картографического материала изготавливают копии на гравированных основах, на которых

гравировать элементы К, Г, Р (как правило, отдельно) с одновременной их генерализацией. При ОСГ работа выполняется составителем способным производить составление и гравирование с высоким качеством. Более подробно этот способ мы рассмотрим при изучении технологий подготовки карт к изданию.

6.3 Составительские работы

На подготовительной основе производится составление карты, которое заключается в графическом воспроизведении всех элементов её содержания в установленных для нее условных знаках с одновременным выполнением генерализации исходного изображения в соответствии с назначением и масштабом карты.

Под составлением понимается процесс изготовления оригинала карты слагающийся из построения математической основы, нанесения содержания по картографическим материалам с его генерализацией и закреплением картографического изображения.

В зависимости от исходного картографического материала выбирается технология составления карты.

Порядок составления основных элементов содержания карты:

1. математические элементы;
2. опорные пункты;
3. гидрография и гидротехнические сооружения;
4. населённые пункты;
5. промышленные, сельскохозяйственные и социально – культурные объекты;
6. дорожная сеть и дорожные сооружения;
7. рельеф;
8. растительный покров и грунты;
9. границы и ограждения;
10. сводка со смежными листами;
11. зарамочное оформление.

Подписи выполняются, как правило, непосредственно после отработки изображения тех элементов, к которым они относятся. Последовательность составления в зависимости от характера района картографирования может быть изменена. Например, в случаях наличия в районе больших площадей растительности,

изображаемых фоновыми закрасками, составление целесообразно начинать с выборки контуров и закраски площадей изображения растительности.

При составлении каждого элемента сначала изображаются главные объекты, затем в порядок значимости все прочие объекты и детали, необходимые для отображения характерных особенностей местности.

Составление элементов содержания карт на отдельных основах целесообразно выполнять в следующем порядке:

1. гидрография;
2. контур;
3. рельеф;
4. зарамочное оформление.

Требования предъявляемые к составительскому оригиналу:

а) условные знаки и шрифты подписей названий по характеру начертания и размерам должны соответствовать установленным для карты данного масштаба;

б) все элементы закрепляются на оригинале с максимальной чёткостью несмываемыми красками;

в) перекрытие условных знаков не допускается, минимальное расстояние между условными знаками 0,2 мм;

г) качество оформления оригинала должно обеспечивать получение с него копий пригодных для изготовления издательских оригиналов.

Приборы и оборудование для изготовления картографической основы. К ним относятся: репродукционные фотоаппараты ФПМ, ФАП и др., перфорационно-штифтовое устройство;

Приборы, инструменты и оборудование, применяемые непосредственно при составлении. К ним относятся: специальный картографический стол (СКС), проекторы, пропорциональный циркуль.

Подготовка карты к изданию - это процесс изготовления издательского оригинала карты и приложений к нему в соответствии с требованиями издания (оригинал отмывки рельефа, макет гипсометрической окраски и т.п.).

По содержанию издательский оригинал должен точно воспроизводить содержание составительского оригинала, а оригинал, подготовленный методом ОСГ, по точности и полноте содержания должен соответствовать исходному

картографическому материалу и быть отработан с учётом требований руководящих документов по картографическим и картоиздательским работам.

Издательские оригиналы подразделяются на:

1. штриховые (точки, линии, внемасштабные условные знаки, подписи);
2. фоновые (заливки, сетки лесов, дорог, кварталов);
3. полутоновые (отмывка рельефа).

Штриховые издательские оригиналы – это оригиналы содержащие только штриховые элементы. Штриховые издательские оригиналы по своему содержанию разделяются на:

- а) совмещённые;
- б) расчленённые;
- с) частично-расчленённые.

Расчленённые издательские оригиналы воспроизводят содержание каждого штрихового элемента в отдельности (например: К, Г, Р; и т.д.).

Фоновые издательские оригиналы содержат изображение тех площадей, в которые при издании должна быть впечатана заливка или сетка лесов, кварталов, автомобильных дорог и т.п.). Как правило для каждого из этих элементов готовят отдельный оригинал.

Полутоновые издательские оригиналы – это оригиналы содержащие изображение, в которых имеются плавные переходы одного и того же цветового фона (отмывка рельефа, отмывки строк на военно-исторических картах).

До недавнего времени топографические и специальные карты готовились в основном одним способом – гравированием на пластиках с нанесённым гравировальным слоем зелёного или красного цветов.

Для этого используются как отечественные (лавсан, винипроз), так и зарубежные (лумиррор, мелинекс и т.д.) пластики. Они отличаются друг от друга физическими и химическими свойствами, но все они удовлетворяют предъявляемым к ним техническим требованиям.

Издательские оригиналы должны отвечать следующим требованиям:

1. Соответствовать условным знакам и образцам оформления;

2. Оригинальные диапозитивы, входящие в комплект, должны иметь одинаковые размеры сторон рамок, отличающиеся от теоретических и друг от друга на более чем 0,2мм, а для больших форматов (свыше 60х60 см) - 0,3мм;

3. Изображение всех элементов содержания и подписей должно быть чётким и иметь копировальную плотность $D_{\min}-D_0$ не менее 1,5 ед. ГОСТа (где D_{\min} – плотность штриха, а D_0 – суммарная плотность основы и вуали, которая не должна превышать 0,2 ед. ГОСТа);

4. Линиатура и процентное соотношение, вкопированных в диапозитив сеток (линейные и точечные) должны соответствовать заданным, а оптическая плотность изображения оригинала отмывки рельефа суши и ледников – контрольной градационной шкале;

5. На оригинальных диапозитивах не должно быть наклеек, исправлений, сделанных смываемой тушью, механических повреждений и других дефектов (срывов рисунка, сыпи, вмятин, царапин и т.д.).

7. Создание специальных карт и фотодокументов

Топографические карты передают состояние местности на определённый момент времени. При этом имеют место два варианта:

1. Если топографическая карта первичная и создавалась по аэрофотоснимкам, то она отражает облик местности на период аэрофотосъёмки;
2. Если топографическая карта производная и создавалась по картографическим материалам, то изображение местности дано так, как на исходных картографических материалах.

Таким образом, изданная карта всегда является уже устаревшей.

На местности повсеместно и непрерывно происходят изменения. Для разных элементов и типов местности они происходят неодинаково. Так, социально-экономические элементы ландшафта (населённые пункты, дороги, промышленные, социально-культурные объекты) изменяются быстрее, чем природные (гидрография, растительный покров, рельеф). Из социально-экономических элементов особенно быстро изменяются окраины населённых пунктов, сеть местных грунтовых дорог, класс автомобильных дорог, линии связи, линии электропередачи, трубопроводы в районах новостроек, ирригационные системы в засушливых и болотистых районах. Природные элементы ландшафта изменяются также с различной скоростью. Наиболее динамичны в своём изменении реки, растительный покров. Происходящее в настоящее время и все возрастающее хозяйственное и культурное освоение территорий ведёт к интенсивному изменению всех природных элементов местности.

I. Сущность, задачи, системы и методы обновления топографических карт

Процесс все возрастающего несоответствия содержания топографической карты современному состоянию местности называется физическим старением карты. Этот процесс является постоянным.

Наряду с физическим старением происходит также моральное старение карты. Сущность его заключается в том, что в связи с непрерывным возрастанием требований заказчиков к топографическим картам и развитием самого картографического

производства происходит изменение вида, содержания топографических карт: математической основы, содержания (детальность или обобщённость информации), условных знаков, шрифтового или красочного оформления. Эти изменения находят отражение в разработке и принятии новых руководств, условных знаков и образцов карт. Карты, изданные до выхода данных документов, рассматриваются как не соответствующие современным требованиям войск и, следовательно, как морально устаревшие. Такое положение устраняется при очередном обновлении карты.

Таким образом, под обновлением карты понимается комплекс мероприятий и процессов, выполняемых с целью полного восстановления современности карты и выпуска в свет нового её издания.

Принято считать, что необходимость в обновлении наступает тогда, когда содержание карты устаревает настолько, что по ней становится трудно решать основные задачи: ориентироваться на местности, производить измерения.

В настоящее время в России и других странах, завершивших создание первичных карт на свои территории, обновление карт стало основным видом картографических работ.

Проблема обновления поставила перед картографическим производством ряд новых вопросов: очерёдность, районы, сроки, методы обновления карт. В комплексе они составляют систему обновления.

Под системой обновления понимается комплекс организационно-технических мероприятий, решающих проблему обновления в целом.

В настоящее время в мировой картографической практике существуют две системы обновления карт:

1. периодическая;
2. непрерывная.

В РФ и большинстве зарубежных стран для топографических карт применяется периодическая система обновления, которая предполагает обновление через определённые промежутки времени (см. табл.1). Как правило, промежутки времени между исправлениями составляют 5—15 лет. Дифференциация сроков обновления связана в первую очередь с экономической и военной значимостью территории.

Применяемая в РФ периодическая система обновления включает следующие элементы и условия её реализации:

1. Постоянное изучение и анализ требований к содержанию, точности и оформлению топографических карт. Требования к топографическим картам изменяются по всем параметрам, что находит выражение в изменении содержания и оформления карт и отражается в новых руководящих документах;

2. Научно обоснованное районирование территории по срокам обновления карт всех масштабов. Картографируемые районы на территории СНГ и за рубежом имеют неодинаковую значимость с военной, хозяйственной и иной точек зрения. Учитывая ограниченные возможности по обновлению все территории делятся на районы по приоритетам и срокам обновления;

3. Установление критериев для определения необходимости обновления и выбора наиболее рациональной технологии. Такими критериями в первую очередь являются степень современности карт (или количество изменений), важность изменений и технический уровень картографического производства;

4. Чёткая организация системы сбора, учёта и анализа изменений местности, что осуществляется проведением специального дежурства, которое постоянно ведётся;

5. Планирование обновления и другие организационные вопросы.

II. Несоответствие точностных характеристик топографических карт требованиям Основных положений.

Точность карты определяет планово-высотная основа. Она характеризуется ошибками в положении пунктов геодезической основы и средними ошибками планового и высотного положения объектов местности на карте. Пригодными для обновления считаются листы карт, на которых ошибки в положении опорных геодезических пунктов не превышают 0,3 мм, а объектов и точек местности — 0,7 мм в равнинных и холмистых районах и 1,0 мм в горных районах. При невыполнении этих требований листы карт должны пересоставляться.

III. Несоответствие оформления топографических карт требованиям руководящих документов.

Если топографическая карта или отдельные листы морально устарели, т.е. изданы с применением старых условных знаков, а по степени современности исправлений ещё не требуют, то она подлежит только переоформлению и переизданию.

Эти критерии, а также такие дополнительные факторы, как масштаб и вид исходных картографических материалов для обновления, определяют выбор метода обновления, характеризующегося комплексом процессов, направленных на внесение изменений в имеющиеся оригиналы карт. Существуют следующие методы обновления карт:

- исправление по аэрофотосъёмочным материалам с последующим полевым обследованием; исправление по картографическим материалам, как правило, без полевого обследования;

- исправление в поле приёмами мензуральной съёмки.

В картографии изучается и практически используется второй метод — исправление по картографическим материалам.

Если при проверке устанавливается, что по критерию степени современности листы карт могут не обновляться (более 80 % объектов второй категории), то они учитываются как обновленные и включаются для оповещения в каталог вводимых на снабжение топографических карт. Это оформляется следующим образом:

1. В формуляре делается запись о проведённой проверке, перечисляются основные изменения и формулируется вывод, что данный лист обновлению не подлежит;

2. В оригинальные диапозитивы (совмещённый и диапозитив рельефа) клеивается легенда такого содержания: «Проверено. Карта издания 20... г. соответствует состоянию местности на 20... г. (год проверки)», легенда впечатывается при повторном издании.

8. Использование карт

Использование карт – раздел картографии, в котором изучаются проблемы применения картографических произведений в различных сферах научной, практической, культурно-просветительской, учебной деятельности, разрабатываются приёмы и способы работы с ними, оцениваются надёжность и эффективность получаемых результатов.

Картографические рисунки использовались людьми с древнейших времён для чисто утилитарных целей: ориентирования, указания соседних поселений, дорог, мест охоты, выпаса животных и т.п. В Древнем Египте, античной Греции и рабовладельческом Риме уже применялись способы измерения по картам площадей и расстояний. В средние века карты использовались для мореплавания, путешествий, ведения военных действий.

Великий картограф средневековья Герард Меркатор (1512–1594) сопровождал свои произведения – карты, глобусы, атласы – наставлениями по их использованию. На знаменитой 18-листной карте мира, где впервые была применена цилиндрическая проекция, обессмертившая имя Меркатора, во врезке помещена специальная инструкция – текст, озаглавленный «Методы измерения расстояний на местности», где разъяснено, в каких случаях на карте можно пользоваться локсодромиями вместо ортодромий и какая при этом возникнет ошибка. На других листах той же карты были помещены «Краткие указания к применению роз направлений» и номограмма для решения по карте навигационных задач. Так великий картограф совмещал создание карт с разработкой методов их использования.

8.1 Картографический метод исследования

Картографический метод исследования – это метод использования карт для познания изображённых на них явлений.

По существу, этот метод составляет главное содержание раздела об использовании карт. Познание понимается в широком смысле слова и подразумевает изучение по картам структуры, взаимосвязей, динамики и эволюции явлений во времени и пространстве, прогноз их развития, получение всевозможных качественных и количественных характеристик и т.п.

Источником исходной информации служит окружающая действительность. При картографировании выборочные наблюдения преобразуют в карты, т.е. создают модели этой действительности. В ходе картографического моделирования происходит сложная научная обработка данных, связанная с абстрагированием, анализом и синтезом. Все это, как известно, определяется целями и назначением карты, на процесс моделирования влияют уровень знаний, степень изученности объекта, научно–методические принципы картографирования, логика классификаций, уровень генерализации изображения, применяемая система условных обозначений и многие другие факторы.

8.2 Описания по картам, графические и графоаналитические приёмы

Описания по картам

Описание – традиционный и общеизвестный приём анализа карт. Его цель – выявить изучаемые явления, особенности их размещения и взаимосвязи.

Научное описание, составляемое по картам, должно быть логичным, упорядоченным и последовательным. Оно отличается отбором и систематизацией фактов, введением элементов сравнения и аналогий. В описание часто вводят количественные показатели и оценки, включают таблицы и графики. В заключении формулируются выводы и рекомендации.

Описания могут быть общими комплексными (таковы, например, общегеографические описания) или поэлементными (скажем, описание только карстового рельефа).

В настоящее время, когда для анализа карт широко привлекаются математические методы и компьютерные технологии, описания не утратили своего значения. Выполняя качественный анализ явлений и их взаимосвязей, опытный исследователь способен порой прийти к выводам более глубоким, чем если бы он следовал формальным алгоритмам и раскладывал исследование на элементарные логико-математические операции. Описания, основанные, главным образом, на визуальном анализе карт, хороши тем, что позволяют составить образное и целостное представление об изучаемом объекте и сделать выводы

синтетического характера, применяя для этого неформальные эвристические подходы.

Графические приёмы

Графические приёмы включают построение по картам всевозможных профилей, разрезов, графиков, диаграмм, блок-диаграмм и иных двух- и трёхмерных графических моделей.

Для анализа серий карт разной тематики удобны *комплексные профили*, на которых совмещаются, например, гипсометрический профиль, геологический разрез, почвенно-растительный покров, графики гидроклиматических показателей и т.п.

Можно построить и комплексные социально-экономические разрезы, совместив по избранному направлению графики плотности населения, гистограммы его возрастного состава, занятости, кривые энергообеспеченности территории, распаханности земель и т.п. Подобные построения нужны для наглядного представления связей между явлениями и районирования территории по комплексу показателей.

В географических исследованиях часто используют *розы-диаграммы*, наглядно передающие преобладающую ориентировку линейных объектов, например геологических разломов, речных долин, транспортных путей и др.

Графоаналитические приёмы анализа карт

Графоаналитические приёмы анализа карт – картометрия и морфометрия – предназначены для измерения и исчисления по картам показателей размеров, формы и структуры объектов.

Эти приёмы наиболее обстоятельно разработаны в картографическом методе исследования. Методы картометрии позволяют непосредственно измерять следующие показатели:

- географические и прямоугольные координаты;
- длины прямых и извилистых линий, расстояния;
- площади;
- объем;
- вертикальные и горизонтальные углы и угловые величины.

Кроме того, в рамках картометрии исследуется точность измерений по картам.

В отличие от картометрии, морфометрия занимается расчётом показателей формы и структуры объектов. Число их велико – до нескольких сотен – и не поддаётся обзору. Наиболее

употребительны следующие группы показателей и коэффициентов:

- очертания (форма) объектов;
- кривизна линий и поверхностей;
- горизонтальное расчленение поверхностей;
- вертикальное расчленение поверхностей;
- уклоны и градиенты поверхностей;
- плотность, концентрация объектов;
- густота, равномерность сетей;
- сложность, раздробленность, однородность /

неоднородность контуров.

Возможны три варианта расчёта:

- по регулярной геометрически правильной сетке квадратов, шестиугольников, кружков и т.п. – этот способ удобен тем, что площади ячеек равновелики;
- по естественным ареалам (природным районам, ландшафтам, водосборным бассейнам);
- по ключевым участкам.

При оценке кривизны извилистых линий также используется множество показателей. Извилистость русла непохожа на изрезанность морского побережья или на замкнутый контур озера, не сопоставимы извилистость горизонталей и границ почвенных ареалов и т.д. В морфометрии применяют разные показатели.

Современная математика предлагает для оценки извилистости линий использовать представления о фракталах. В основе фрактальной геометрии лежит представление об иерархическом самоподобии объектов. Иначе говоря, извилистые линии можно делить на участки, каждый из которых будет подобен всей линии.

Математико-картографическое моделирование

Формализованное картографическое изображение хорошо приспособлено для математического анализа. Как упоминалось выше, каждой точке карты с координатами x и y поставлено в соответствие лишь одно значение картографируемого параметра z , что позволяет представить изображение данного явления как функцию $z = F(x,y)$. В других случаях картографическое изображение удобно представить как поле случайных величин и воспользоваться для его анализа вероятностно-статистическими методами.

В принципе почти все разделы математики применимы для обработки и анализа картографического изображения. Проблема лишь в том, чтобы точно подобрать математическую модель и, главное, дать надёжное содержательное истолкование результатам моделирования. Достаточно прочно в картографический анализ вошли некоторые разделы численного анализа, многомерной статистики, теории вероятностей и теории информации.

Аппроксимации. Под аппроксимациями в математике понимают замену (приближение) сложных или неизвестных функций другими, более простыми функциями, свойства которых известны.

Существуют разные способы аппроксимации. Это обычные алгебраические многочлены, ортогональные многочлены Чебышева и Лежандра, которые определённым образом упрощают вычисления, сплайн-функции и др. Во всех случаях задача сводится к тому, чтобы аппроксимирующее уравнение наилучшим образом описывало исходную поверхность, а сумма квадратов отклонений была бы минимальна.

Компьютерное моделирование позволяет выполнять подобные аппроксимации для поверхностей любой сложности, вычисляя уравнения высокого порядка, содержащие порой несколько десятков членов разложения.

В исследовательской практике аппроксимации используют для аналитического описания поверхностей (полей), изображённых на картах, и выполнения с ними различных действий: суммирования, вычитания, интегрирования и дифференцирования, для подсчёта объёмов тел, ограниченных этими поверхностями, и решения множества других задач. Одно из направлений использования аппроксимаций – разложение поверхностей на составляющие, что позволяет выделять и анализировать нормальные и аномальные факторы развития и пространственного размещения явлений.

9. Картографическая генерализация

Важнейшее свойство карт как образно знаковых моделей действительности состоит в возможности непосредственно обозревать территории любых размеров, будь то район, область, страна, материк или даже Земля в целом. Это свойство основано на использовании масштаба и передаче картографируемых явлений в генерализованном виде.

Картографическая генерализация — это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно назначению, масштабу карты и особенностям картографируемой территории.

Основной смысл генерализации — отображение картографируемой части действительности в её основных типических чертах и характерных особенностях.

В самом определении генерализации указаны основные факторы, влияющие и определяющие её: назначение карты, её масштаб и особенности картографируемой территории. К ним следует ещё добавить тематику карты.

9.1 Сущность генерализации

При создании любой карты решаются два сложных вопроса: что и как показать на карте? На карте даже самого крупного масштаба нельзя чётко передать все, что имеется на местности или на исходных картографических материалах. Следовательно, при создании карты приходится делать отбор объектов, которые надо изобразить по тем или иным признакам с учётом назначения и масштаба будущей карты. Решение второго вопроса - как показать на карте отображённые объекты связано с обобщением их характеристик и выбором средств для достоверного и наглядного изображения картографируемой действительности.

Картографическая генерализация — это *отбор* и *обобщение* изображаемых на карте объектов соответственно её назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

Термин «генерализация» происходит от латинского корня *generalise* что означает общий, главный. Суть процесса состоит в передаче на карте основных, типических черт объектов, их характерных особенностей и взаимосвязей.

Генерализация — неотъемлемое свойство всех картографических изображений, даже самых крупномасштабных. Уже при первичной съёмке местности, скажем, в масштабе 1:1000, топограф интуитивно ведёт генерализацию, решая, какие детали рельефа, растительности, дорожной сети следует нанести на съёмочный планшет, а какие слишком незначительны или «не укладываются» в данный масштаб. Далее при камеральном составлении карт среднего, а потом и мелкого масштабов приходится постоянно «сжимать» изображение, отказываясь от деталей и подробностей. В масштабе 1:100000 1км^2 местности занимает всего лишь 1см^2 площади карты, на нем можно показать только основные населённые пункты, главную дорогу, реку. А в масштабе 1:1000000 эта площадь сжимается до 1мм^2 , и на ней удастся сохранить, может быть, всего один населённый пункт, а в более мелком масштабе — 1: 10000000 не останется места и для него.

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

Все это позволяет утверждать, что *генерализация — одно из проявлений процесса абстрагирования отображаемой на карте действительности.*

Именно генерализация способствует формированию и воплощению в картографической форме новых понятий и научных абстракций.

Сам процесс генерализации во многом противоречив:

во-первых, некоторые элементы не могут быть показаны на карте по условиям пространства, но должны быть отражены на ней в силу своей содержательной значимости;

во-вторых, часто возникает противоречие между геометрической точностью и содержательным соответствием изображения, иначе говоря, пространственные соотношения объектов перелаются верно, а геометрическая точность оказывается при этом нарушенной;

в-третьих, в ходе генерализации происходит не только исключение деталей изображения, потеря информации, но и появление на карте новой обобщённой информации.

Но мере абстрагирования исчезают частности и отчётливее проступают самые существенные черты объекта, обнаруживаются ведущие закономерности, главные взаимосвязи, выделяются геосистемы все более крупного ранга.

Процесс генерализации труднее других картографических процессов поддается формализации и автоматизации. Не все этапы и процедуры могут быть алгоритмизированы, не все критерии удаётся однозначно формализовать. Качество генерализации во многом зависит от понимания картографом содержательной сущности изображаемых географических (геологических, социально-экономических и т.п.) объектов и явлений, умения выявить главные типичные их особенности. Опыт показывает, что автоматизация картографической генерализации должна опираться на интерактивные, диалоговые процедуры, обеспечивающие активное участие картографа.

9.2 Географические принципы генерализации

С географических позиций генерализация рассматривается как процесс выделения на картах геосистем все более крупного ранга, их главных компонентов и взаимосвязей. Среди многообразия условий генерализации наиболее существенны следующие:

- научно-обоснованное обобщение легенды;
- отображение генетических и морфологических особенностей объектов и явлений;
- учёт внутренних и внешних взаимосвязей изображаемых объектов, их иерархической соподчинённости;
- оптимальный подбор знаков и изобразительных средств.

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

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

понимать географическую сущность изображаемых явлений и процессов. При этом используется весь арсенал приёмов генерализации, применяются цензы и нормы отбора, производятся целесообразные смещения объектов или их утрирование. Главное требование географически достоверной генерализации — научно обоснованный показ пространственной структуры и взаимосвязей явлений. Нужно сохранить морфологический облик, выделить и даже подчеркнуть основные (инвариантные) элементы, характерные соотношения объектов, их соподчинённость.

Обобщение содержания проводится не по отдельным элементам, а в целом по всему изображению. Невозможно представить, например, генерализацию речной сети отдельно от рельефа или обобщение дорожной сети в отрыве от населённых пунктов. В основе согласованной генерализации лежит учёт географических связей, существующих между картографируемыми объектами. При генерализации следует обязательно учитывать следующие виды связей:

- между однородными объектами (например, необходим согласованный отбор рек и озёр, входящих в единую водную систему);
- между объектами разной природы или разными картографическими слоями (рельефом и гидрографией, дорожной сетью и населёнными пунктами и т.п.);
- между разными картами (следует, например, стремиться к единому уровню генерализации карт четвертичных отложений, почвенного покрова, растительности и ландшафтов одной территории).

Соблюдение этих требований предполагает, прежде всего, согласование цензов и норм отбора, одинаковую детализацию качественных и количественных характеристик, единство подходов к обобщению контуров, а для разных карт — ещё и взаимную увязку (одинаковую детальность) легенд. Последнее особенно существенно при генерализации серий карт и комплексных атласов.

На завершающих этапах генерализации необходим продуманный выбор оформительских приёмов. Это даёт возможность подчеркнуть разные изобразительные планы, совместить отдельные слои изображения, придать выразительность особо значимым объектам.

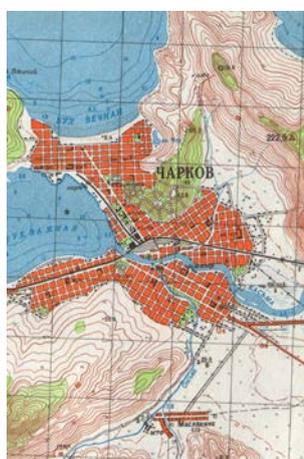
9.3 Масштабная генерализация

Масштаб - это функция назначения карты и одновременно самостоятельный фактор генерализации. От него зависит величина предельной точности масштаба карты - максимальная точность, которая теоретически возможна при измерении и откладывании расстояний на данной карте, а также графические возможности карты, определяющие степень детальности передачи ее содержания.

Значимость масштаба проявляется в том, что при переходе от более крупного изображения к мелкому сокращаются размеры изображаемой территории (например, изображение 1 км² в масштабе 1:10 000 составляет 1 дм², а в масштабе 1:1 000 000 - всего 1 мм²) (рис.2).



1:25000
(горизонтالي через 5м)



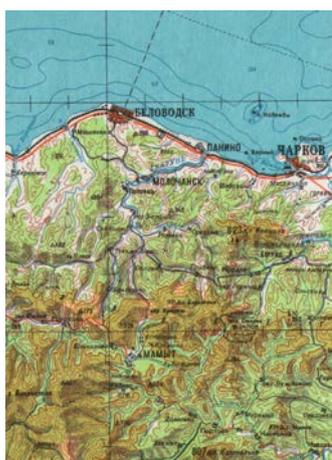
1:50000
(горизонтали через 10м)



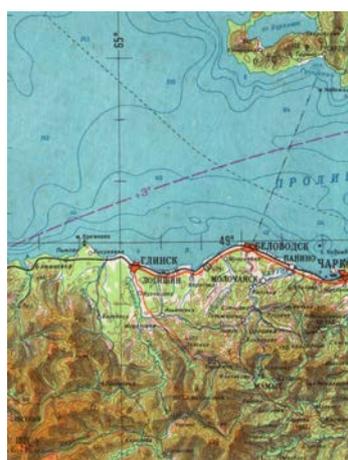
1:100000
(горизонтали через 20м)



1:200000
(горизонтали через 40м)



1:500000
(горизонтали через 100м)



1:1000000
(горизонтали через 100-200м)

Рис.2. Генерализация содержания топографической карты с уменьшением масштаба от 1:25000 до 1:1000000.

Изобразить в более мелком масштабе все детали и подробности, имеющиеся на исходной карте не представляется возможным, и требует генерализации изображения. В процессе изменения масштаба изображения происходит переоценка ряда картографируемых объектов: то, что на карте крупного масштаба было важным, существенным (например, местные ориентиры), на карте мелкого масштаба становится второстепенным, а на первый план выступает изображение более крупных объектов.

9.4 Целевая генерализация

Целевая генерализация зависит от назначения карты, типа и тематики карты. На картах показывают лишь те объекты, которые соответствуют её назначению (или мы хотим показать данные объекты исходя из требований технического задания). Однако не должны быть нарушены принципы географического соответствия закономерностей соотношений и зависимостей элементов географической основы и специального содержания карты. Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, только мешает её восприятию, затрудняет работу с картой.

9.5 Факторы и виды картографической генерализации

Факторы генерализации определяют подходы к генерализации, её условия и характер.

Основными факторами, определяющими направление и степень генерализации элементов содержания карты, являются:

1. назначение (тематика и тип) карты;
2. масштаб карты;
3. географические особенности района картографирования;
4. источники для составления карты (изученность картографируемого объекта);
5. средства (способы) картографического изображения.

Рекомендованная литература

1. Билич Ю. С. Проектирование и составление карт : учебник для вузов / Ю. С. Билич, А. С. Васмут ; ред. Л. М. Бугаевский. – Москва : Недра, 1984. – 368 с.
1. Берлянт А. М. Картография : учебник / А. М. Берлянт. – 3-е изд., доп. – Москва : КДУ, 2011. – 464 с.
2. Картавцева Е. Н. Картография : учебное пособие / Е. Н. Картавцева. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. – 158 с.
3. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков : учебник / И. К. Лурье. – 2-е изд., испр. – Москва : КДУ, 2012. – 424 с.
4. Серапинас Б. Б. Математическая картография : учебник для вузов / Б. Б. Серапинас. – Москва : Академия, 2005. – 336 с.
5. Фокина Л. А. Картография с основами топографии. Практикум / Л. А. Фокина. – Москва : ИЛЕКСА, 2009. – 224 с.

ISBN 978-5-906759-19-1

Гомзяков А.В. Общая картография : учебное пособие /
А.В. Гомзяков. – Санкт-Петербург : НОИР г. Санкт-Петербург,
2015. – 74 с.

Ответственный за выпуск Грызлова А.В.
Редактор Федорова Т.Л.

Подписано в печать 23.12.2014

Заказ № 1024/14

Формат 60x84 1/16

Усл. печ.л. 4,9.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Информационно-консалтинговый
центр» по заказу НЧОУ ВПО
«Национальный открытый институт г.Санкт-Петербург»

197183 г. Санкт-Петербург, ул Сестрорецкая дом 6
Тел. +7-812-430-07-16 доб. 224