

В. П. Давыдов, Д. М. Петров, Т. Ю. Терещенко

КАРТОГРАФИЯ

*Под редакцией доктора технических наук,
профессора Ю. И. Беспалова*

*Рекомендовано УМО по образованию в области геодезии
и фотограмметрии в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению
подготовки «Землеустройство и земельный кадастр»
специальность 120303 «Городской кадастр»*



Санкт-Петербург
2010

УДК 528.9 (075.8)

ББК 26.17

Дав13

Рецензенты:

д-р географ. наук, проф. *Г.Д. Курошев*
(Санкт-Петербургский государственный университет);

д-р техн. наук, проф. *А.А. Макаренко*
(Московский государственный университет
геодезии и картографии);

канд. техн. наук *С.Г. Суворов*
(Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского)

Давыдов, В. П.

Дав13 Картография: учебник/В. П. Давыдов, Д. М. Петров, Т. Ю. Терещенко / под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. И. Беспалова. – СПб.: Проспект Науки, 2010. – 208 с.

ISBN 978–5–903090–44–0

Изложены основные сведения по картографической науке, технологические процессы составления, подготовки к изданию и издания карт и атласов.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 65050 «Землеустройство и земельный кадастр» по специальности 120303 «Городской кадастр», а также для студентов других некартографических специальностей технических вузов.

УДК 528.9 (075.8)

ББК 26.17

ISBN 978–5–903090–44–0

© Коллектив авторов, 2010

© ООО «Проспект Науки», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Предмет картографии и картографические произведения.	6
1.1. Предмет картографии.	6
1.2. Классификации карт	7
1.3. Основные элементы географической карты	9
1.4. Сущность, основные факторы и методы картографической генерализации.	11
1.5. Генерализация отдельных элементов содержания карты и последовательность их отображения	
Глава 2. Технология создания и обновления карт	18
2.1. Проектирование карт к изданию.	18
2.2. Редакционная работа	35
2.3. Технология составления карты	42
2.4. Технология подготовки карт к изданию.	53
2.4.1. Особенности технологии изготовления диапозитивов с использованием светочувствительной пленки «Фотоконт»	65
2.4.2. Особенности технологии изготовления диапозитивов с использованием светочувствительной пленки «Диаконт»	65
2.4.3. Технология создания электронных карт по картографическим материалам	69
2.5. Технология издания карт	73
2.6. Обновление топографических карт.	86
Глава 3. Геоинформационные технологии создания карт	98
3.1. Преобразование картографической информации	98
3.2. Автоматизированная технология создания ЦКМ с помощью комплекса АРМ-К	102
3.3. Технология создания электронных карт по картографическим материалам.	106
3.4. Технологическая схема создания РЭК по картографическому материалу.	111
3.5. Общая технологическая схема создания, обновления ЭК и подготовки их к изданию	112
Глава 4. Геодезическая и математическая основы карт России.	117
4.1. Система геодезических координат 1942 г. (СК-42)	117
4.2. Система геодезических координат 1995 г. (СК-95)	119

4.3. Математическая основа карт и планов.	121
4.4. Классификация картографических проекций.	124
4.5. Искажение направлений и углов.	126
4.6. Общие положения о классификации проекций.	129
4.7. Классификация картографических проекций по характеру искажений.	131
4.8. Классификация картографических проекций по виду меридианов и параллелей нормальной картографической сетки.	132
4.9. Способы показа искажений на картах.	138
4.10. Проекция Гаусса-Крюгера.	140
4.11. Проекция карты масштаба 1:1 000 000.	147
4.12. Нормальная равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора.	151
Глава 5. Изображение элементов содержания топографических карт и планов.	155
5.1. Требования к условным знакам карт и планов.	155
5.2. Изображение населенных пунктов на картах и планах.	159
5.3. Изображение дорог на картах и планах.	165
5.4. Изображение гидрографии на топографических картах и планах.	169
5.5. Изображение растительного покрова, грунтов, границ.	173
5.6. Изображение рельефа на топографических картах и планах.	175
5.7. Подписи на картах и планах и их шрифтовое оформление.	182
5.8. Красочное оформление карт и планов.	184
Глава 6. Городской кадастр.	186
6.1. Основные положения о службе градостроительного кадастра.	186
6.2. Исходные картматериалы и документы для проектов планировки строительных работ на территории городов и пригородов.	190
6.3. Геодезическая и математическая основа топографических планов городского кадастра.	192
Глава 7. Топографические съемки населенных пунктов.	196
7.1. Развитие съемочной сети.	196
7.2. Теодолитная съемка.	198
7.3. Тахеометрическая съемка.	200
7.4. Съемка по квадратам.	203
7.5. Маркшейдерские съемки.	204
Список литературы.	206

ВВЕДЕНИЕ

Задачи промышленного развития и обороны страны требуют создания различных по масштабам и содержанию топографических и специальных карт и планов.

При планировании и проектировании инженерных сооружений, при организации и проведении картометрических работ научно-исследовательского характера предназначаются карты масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000.

Для предварительных расчетов при проектировании крупных сооружений промышленного и оборонного значения используют топографические карты масштабов 1:200 000, 1:500 000.

Для общей оценки местности и изучения природных условий крупных географических районов, при организации и проведении работ по генеральному планированию и проектированию сооружений государственного значения предназначена топографическая карта масштаба 1:1 000 000.

Для разработки генеральных планов строительства промышленных и жилых объектов на территории городов, поселков, сельских районов создаются крупномасштабные топографические планы масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Кроме топографических карт и планов создаются разнообразные по содержанию, подробности, охвату территории карты специального назначения: геологические, аэронавигационные, морские и другие.

Глава 1

ПРЕДМЕТ КАРТОГРАФИИ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ

1.1. Предмет картографии

Картография – это область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений. К ним относятся топографические и специальные карты и планы, атласы, глобусы, карты Луны и звездного неба.

Картография подразделяется на ряд научно-технических дисциплин, тесно взаимосвязанных между собой, но имеющих свои задачи.

Математическая картография изучает теорию картографических проекций, то есть математические способы отображения сфероидической поверхности Земли, Луны, других планет и их спутников на плоскости.

Составление и редактирование карт включает изучение методов и процессов изготовления первичных (составительских) оригиналов карт. Они состоят из построения математической основы, нанесения содержания по картографическим материалам с его генерализацией и закрепления на оригинале.

Оформление карт включает изучение и разработку способов подготовки карт к изданию, а также изобразительных средств (условных знаков), применяемых на карте.

Издание карт включает изучение методов и процессов воспроизведения и размножения (печатания) карт средствами полиграфической техники.

Картоведение изучает свойства и виды географических карт, методику их использования, историю картографии, картографические источники.

Картография находится в тесной взаимосвязи со смежными областями науки – геодезией и топографией.

1.2. Классификации карт

Карта – построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на ней объекты в определенной системе условных знаков. Под объектами подразумеваются любые предметы и явления, изображаемые на карте (Картография. Термины и определения. ГОСТ 21667–76)¹.

Картографическое изображение отличается от других способов передачи сведений (рисунков, схем, аэроснимков и т. д.) следующими специфическими чертами: математическим законом построения (картографическая проекция), отбором и обобщением (картографическая генерализация), определенной системой условных знаков (картографические условные знаки).

Классификация карт выполняется по определенным признакам, основными из которых являются: предмет изображения, содержание, назначение, территориальный охват и масштаб (рис. 1).

По предмету изображения различают две основные группы карт: географические и астрономические. Географические карты отображают поверхность Земли. К астрономическим картам относятся карты Луны, других планет Солнечной системы, звездные карты и атласы.

По содержанию географические карты делят на общегеографические и тематические. Общегеографические карты отображают земную поверхность с обязательным и совместным показом всех основных элементов: водных объектов, населенных пунктов, рельефа и т. д. с подробностью, зависящей от масштаба карты. К общегеографическим картам относятся все топографические карты и планы, обзорно-географические и аэронавигационные карты.

¹ Здесь и далее основные термины и определения даны в соответствии с указанным документом.



Рис. 1. Классификация карт

Тематические карты отображают одно явление или группу взаимосвязанных явлений, определенных конкретной темой.

Тематические карты подразделяются на две группы: карты природы и общества. Карты природы посвящены детальному изображению отдельных элементов местности (гидрографии, рельефа, растительности, грунтов). К картам природы относятся: геологические, метеорологические, океанографические, гидрологические, почвенные, ботанические, зоогеографические. К картам общества относятся экономические, политико-административные, исторические. Каждый из названных видов тематических карт природы и общества можно условно разделить на ряд разновидностей, например, к экономическим картам относят карты промышленности, сельского и лесного хозяйства, природных ресурсов и т. д.

По назначению все географические карты можно разделить условно на две основные группы: универсальные (многоцелевые) и специальные.

Карты универсального назначения создаются для широкого круга потребителей и используются в зависимости от масштаба для детального или общего изучения местности, производства расчетов и измерений, решения различных задач хозяйственного или оборонного значения. Примером универсального назначения служат топографические карты и планы, обзорно-географические карты.

Карты специального назначения создаются для решения определенных задач и более узкого круга потребителей. К ним можно отнести все тематические карты, карты военного назначения (космические, артиллерийские и другие).

По территориальному охвату географические карты подразделяются на карты мира, материков (океанов), стран (морей), отдельных районов, областей.

Классификация карт по масштабам носит весьма условный характер. Критерии отнесения карт к той или иной группе в разных странах различны и зависят от экономических данных и размеров государства. Например, карта масштаба 1:25 000 в большинстве стран мира считается крупномасштабной, а в Великобритании она относится к числу мелкомасштабных карт, так как вся территория покрыта картой масштаба 1:10 000, да и площадь страны невелика.

Для Российской Федерации с ее огромной территорией можно дать следующую классификацию топографических карт по масштабам:

- планы масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000;
- крупномасштабные – карты 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000;
- среднемасштабные – карты 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000;
- мелкомасштабные – карты мельче 1:1 000 000.

1.3. Основные элементы географической карты

Для создания географической карты необходимо знать основные элементы ее содержания: математическую и геодезическую основы карты, принятую систему графических изображений (условных знаков), цветовое оформление карты.

Математическая основа карты – это совокупность математических элементов карты. К ним относятся: картографическая проекция, главный масштаб длин, разграфка и компоновка карты.

Картографическая проекция – это отображение поверхности эллипсоида или шара на плоскости.

Главный масштаб длин – это степень уменьшения линейных размеров эллипсоида или шара при его изображении на карте.

Разграфка карты – разделение многолистной карты на отдельные листы по определенной системе.

Компоновка карты – расположение рамки карты относительно изображаемой на карте области и размещение названия карты, ее легенды, масштаба и других дополнительных данных.

С понятием разграфки тесно взаимосвязана номенклатура карты – обозначение отдельных листов многолистной карты по определенной системе в виде буквенно-цифровой или иной форме.

Геодезическая основа карт – совокупность геодезических данных, необходимых для создания карты. Она включает в себя следующие понятия:

- референц-эллипсоид – земной эллипсоид, принятый для обработки геодезических измерений и установления геодезических координат;
- исходный геодезический пункт – геодезический пункт, относительно которого определяются соответствующие характеристики положения других геодезических пунктов;
- исходная сторона геодезической сети – сторона геодезической сети с заданным направлением и длиной, относительно которой определяются эти характеристики других сторон;
- исходные геодезические даты – три величины, характеризующие ориентировку референц-эллипсоида в теле Земли и определяющие взаимоориентировку основных плоскостей и осей астрономической и геодезической системы координат;
- геодезическая сеть – сеть закрепленных точек земной поверхности, положение которых определено в общей для них системе геодезических координат;
- нивелирная сеть – геодезическая сеть, высоты пунктов которой над уровнем моря определены геометрическим нивелированием;
- исходный нивелирный репер – геодезический знак, фундаментально закрепленный на местности, место закладки которого определено и установлено законодательно в каждой стране. Относительно исходного нивелирного репера развиваются все нивелирные сети государства.

Условные знаки – это система графических обозначений (фигур и символов) для показа на картах местоположения различных объектов и явлений, их количественных и качественных характеристик.

Всю совокупность условных знаков можно условно разделить на линейные, внемасштабные, площадные.

Кроме условных знаков, важным элементом карты являются подписи, буквенные и цифровые обозначения. По значению и смыслу их можно разделить на три основные группы:

- собственные наименования (названия городов, рек, морей и т. д.);
- номенклатурные термины (гора, хребет, долина, озеро и т. д.);
- пояснительные подписи (ширина дороги, толщина деревьев и т. д.).

Выдающийся немецкий философ и математик Г. Лейбниц, работавший дифференциальное и интегральное исчисление, писал: «Следует заботиться о том, чтобы обозначения были удобны для открытий». Эта мысль справедлива и для картографических условных знаков, которые служат средством фиксации, формализации и систематизации знаний.

1.4. Сущность, основные факторы и методы картографической генерализации

При создании любой карты решаются два сложных вопроса: что и как показать на карте. На карте даже самого крупного масштаба нельзя передать все, что имеется на местности или на исходных картматериалах. Возникает необходимость делать отбор объектов, которые надо изобразить с учетом назначения и масштаба будущей карты.

Процесс отбора и обобщения изображаемых на карте объектов соответственно назначению и масштабу карты и особенностям картографируемой области называется *картографической генерализацией*.

Генерализация – главная и неотъемлемая часть процесса создания любой карты аэрофототопографическими методами, а также составлением по картографическим материалам. Это наиболее сложная и ответственная задача создания карты, при решении которой отчетливо проявляется специальная подготовка, творческие возможности и графическое мастерство топографов

и картографов. Правильно выполненная генерализация обеспечивает научное достоинство и практическую ценность карты. Генерализация – процесс творческий. Она основывается на детальном анализе и последующем синтезе картографируемой действительности.

Термин «генерализация» ведет свое начало от латинского «generalis», что значит «общий», «главный». Таким образом, смысловое значение термина «генерализация» означает не что иное, как действие, направленное на отыскание и выделение главного, общего, определяющего. Это достигается путем научного анализа сведений о местности и учета определяющих факторов.

Значение картографической генерализации неоднократно подчеркивалось выдающимися русским учеными. Еще М. В. Ломоносов требовал от составителей географических карт всестороннего знания и учета особенностей местности «... чтоб на карте не назначить малого и не пропустить большого места». В. В. Витковский в книге «Практическая геодезия» (1897 г.) подчеркивал: «... переполнение подробностями вовсе не составляет достоинства карты, напротив того, надо заботиться об ее ясности и выразительности».

Большой вклад в развитие картографии внесли выдающиеся российские ученые: Ф. Н. Красовский, Н. А. Урмаев, А. С. Чеботарёв, А. А. Изотов, В. В. Каврайский, Ю. М. Шокальский. В дальнейшем их работы продолжили ученые К. А. Салищев, В. А. Сухов, Н. А. Волков, М. К. Бочаров и другие.

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

- назначение карты;
- масштаб карты;
- географические особенности района картографирования;
- источники для составления карты;
- средства картографического изображения.

Коротко рассмотрим влияние этих факторов.

Назначение карты – главный фактор картографической генерализации; оно обуславливает ее содержание, оформление и масштаб. Решение вопроса что и с какой подробностью изобразить на карте, прежде всего зависит от ее целевого назначения, т. е. от характера задач, для решения которых предназначается создаваемая карта. От этого зависит направление генерализации, т. е. какие из объектов и явлений необходимо показывать на создаваемой карте с большей подробностью, а какие – с меньшей. Это

хорошо видно при сравнении содержания справочной общегеографической карты и учебной стенной карты того же масштаба. На первой из них объекты изображены точно, подробно и детально, на второй они показаны схематично, ярче, крупнее.

Масштаб карты – это функция назначения карты и одновременно самостоятельный фактор генерализации. От него зависит величина предельной точности, которая теоретически возможна при измерении и откладывании расстояний, а также графические возможности карты, определяющие степень детальности передачи ее содержания. В процессе уменьшения масштаба изображения происходит переоценка ряда объектов: то, что на карте крупного масштаба было важным, существенным, на карте мелкого масштаба нередко становится второстепенным, и на первый план выступает изображение более крупных объектов, соизмеримых с масштабом карты.

Географические особенности района картографирования оказывают непосредственное влияние на оценку и отображение на картах наиболее существенных объектов и характеристик. Связано это с тем, что одни и те же объекты могут иметь разное значение в различных районах. Например, отдельные строения, тропы, колодцы в малообжитых районах служат хорошими ориентирами и обязательно изображаются даже на мелкомасштабных картах, в то же время эти объекты на хорошо обжитой местности имеют второстепенное значение и могут быть исключены даже с крупномасштабной карты. Поэтому при составлении карты одного и того же масштаба на разные районы к генерализации объектов подходят дифференцированно, с учетом характера местности.

Источники для составления карты влияют на генерализацию в смысле их качества и полноты содержания. Если исходный карт-материал будет иметь ошибки и недостатки, то и на создаваемой карте они будут иметь место. Выбор и изучение исходных материалов являются одной из важных предпосылок правильной генерализации.

Средства картографического изображения (избранная система условных изображений) также оказывают определенное влияние на генерализацию. Чем меньше размеры условных знаков, тем точнее и подробнее можно отобразить объекты и явления. Но повышение графической нагрузки карты и уменьшение размеров условных знаков ведет к снижению ее наглядности и читаемости. Поэтому важно учитывать, в каких условиях потребитель будет

работать с картой. Так, для стенных карт важно использовать укрупненные условные знаки и яркие цвета, а топографические карты несут подробное изображение местности, хорошо читаемое на близком расстоянии. Для картографической генерализации используют различные приемы и методы работы:

- классификацию картографируемых предметов и явлений;
- отбор картографируемых объектов;
- обобщение изображения объектов на карте.

Классификация картографируемых предметов и явлений топографических карт выполнена в руководствах и таблицах условных знаков, а для обзорных и специальных карт выполняется на этапе написания программы карты.

Отбор картографируемых объектов осуществляется двумя способами.

Первый – цензовый способ; по нему устанавливают минимальный или максимальный пределы изображаемых объектов. Например, на топографических картах реки и ручьи менее 1 см в масштабе карты не изображаются (минимальный предел); на карту масштаба 1: 500 000, как правило, наносятся без отбора все города, поселки городского типа, а также все железные и шоссейные дороги (максимальный предел). Второй – нормативный, с помощью которого устанавливают количество или долю объектов, подлежащих нанесению на составляемую карту, из всей массы имеющихся на местности или на исходном картматериале. Например, общее количество отметок высот, помещаемых на картах, должно составлять от 8 до 15 на 1 кв. м. (Руководство, часть 1, ст. 247).

Обобщение изображаемых объектов. В это понятие входит обобщение очертаний (контуров), изображаемых на карте объектов, их количественных и качественных характеристик, а также объединение (группировка) однородных объектов.

Обобщения очертаний производится путем исключения мелких деталей и выделения характеристик, определяющих их форму. При этом руководствуются следующими данными. Мелкие извилины при изображении их линиями толщиной 0,15 мм округлой формы читаются при диаметре не менее 0,5 мм; угловые – при стороне не менее 0,7 мм. Прогиб линии хорошо читается при основании не менее 0,7 и 0,4 мм.

Объединение (группировка) однородных объектов состоит в том, что изображение отдельно расположенных объектов может быть объединено в один контур или заменено единым услов-

ным обозначением. Примером этого является видоизменение условных знаков населенных пунктов от отдельных строений на крупномасштабных, до пунсонов на мелкомасштабных картах.

Результатом правильной генерализации является оптимальная нагрузка составляемой карты. Нагрузкой карты называют совокупность штриховых и шрифтовых элементов, выраженных в количественном отношении, приходящихся на единицу ее поверхности. Степень нагрузки обычно выражают процентным отношением площади, занятой условными знаками и подписями, к общей площади карты. Подсчеты показывают, что на хорошо читаемых многоцветных картах общая нагрузка не превышает 20–30 %, при этом информация распределяется следующим образом:

- количественные показатели – 19 %;
- текстовые показатели – 39 %;
- графические показатели – 42 %.

Количественный анализ полноты карты является актуальной задачей, которая пока что не имеет простого решения, особенно определения истинности, полезности и значения отображаемой картографической информации.

1.5. Генерализация отдельных элементов содержания карты и последовательность их отображения

Генерализация всех элементов содержания карты выполняется в строго определенной последовательности: математические элементы; опорные пункты; гидрография и гидротехнические сооружения; населенные пункты; промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты; дорожная сеть и дорожные сооружения; рельеф; растительный покров и грунты; границы и ограждения; сводки со смежными листами; зарамочное оформление.

Подписи выполняются, как правило, непосредственно после обработки соответствующего элемента.

Каждый элемент содержания карты отображается в определенном порядке, который необходимо точно соблюдать, чтобы генерализация (отбор и обобщение) была выполнена правильно.

Изображение гидрографии начинается с закрашки площадей изображения водных пространств (при большой площади объекта закрашивается только полоса вдоль берега), затем показываются различные сооружения, условные знаки которых перекрывают изображение объектов гидрографии, вычерчивается береговая линия морей, крупных озер и рек с постепенным переходом к изображению менее значимых объектов. Последними отображаются подписи объектов гидрографии.

Изображение населенных пунктов выполняют в следующем порядке:

- важные объекты и ориентиры (промышленные предприятия, сооружения, церкви, памятники, участки железных дорог);
- магистральные и главные улицы;
- остальные улицы и проезды, отображающие характер застройки;
- внутренняя структура кварталов, строения и сооружения в них;
- внешний контур населенного пункта;
- заполнение условными знаками контуров растительного покрова.

Дорожная сеть на карте изображается в последовательности от высшего класса к низшему. Изображение железных и шоссейных дорог на картах, создаваемых на районы с редкой сетью шоссейных дорог, также и улучшенных грунтовых дорог отрабатывается на всем листе, а изображение прочих дорог – по отдельным участкам, ограниченным условными знаками дорог высшего класса. Дорожные сооружения, условные знаки которых прерывают изображение дороги (мосты, тоннели, железнодорожные станции), составляют перед вычерчиванием условного знака самой дороги, прочие дорожные сооружения вычерчивают после изображения дороги.

Правильное проведение генерализации рельефа обеспечивается соблюдением следующей последовательности в работе:

- изучение рельефа и нанесение карандашом основных структурных линий и характерных точек (водоразделы, тальвеги, вершины и др.);
- отбор и подписывание высот (в соответствии с нормой отбора);
- отбор и изображение (с закреплением тушью) форм рельефа, не изображающимися горизонталями (скалы, осыпи, обрывы, овраги и др.);

- рисовка рельефа основными горизонталями (по участкам);
- проведение в необходимых случаях дополнительных и вспомогательных горизонталей (по участкам);
- вычерчивание указателей направления скатов (берг-штрихов);
- выбор местоположения подписей горизонталей и их вычерчивание;
- подписи названий орографических объектов (вершин, хребтов и др.).

При изображении рельефа особое внимание обращают на согласованность его с другими элементами карты, в частности с гидрографией, контуром растительного покрова и другими.

Генерализация изображения контуров растительного покрова и грунтов осуществляется в следующей последовательности:

- отбор и обобщение в карандаше контуров растительного покрова и грунтов с исключением мелких деталей;
- фоновая закраска площадей растительного покрова и грунтов;
- вычерчивание тушью контуров растительного покрова и грунтов;
- заполнение контуров условными обозначениями породы леса и его характеристик, глубины болот и т. д.;
- расстановка заполняющих условных знаков садов, лугов, болот и других условных знаков;
- подписи названий объектов растительного покрова и грунтов.

При наличии в картографируемом районе больших площадей растительности, изображаемых фоновыми закрасками, генерализацию растительного покрова начинают в первую очередь. При этом производят выборку в карандаше контуров и выполняют их фоновую закраску, а затем прерывают работу и продолжают генерализацию других элементов содержания в соответствии с общей последовательностью.

Глава 2

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ КАРТ

2.1. Проектирование карт

Создание любой карты начинается с ее проектирования. В результате выполнения практических работ по проектированию отрабатывается замысел карты, требования к ней, ее макет и другие документы, отражающие содержание и особенности разрабатываемого картографического произведения.

Проектирование карт является важнейшим этапом редакционно-подготовительных работ, в результате которого разрабатываются редакционные документы. Выполнение этих работ в совокупности составляет основную часть разрабатываемого научно-технического проекта карты.

Цель любого проектирования состоит в разработке проекта, т. е. комплекса документов, необходимых для создания нового сооружения, прибора, карты и т. п. Полноценное проектирование должно обеспечивать изготовление высококачественного изделия с наименьшими затратами времени, материальных и трудовых ресурсов. Качество изделия определяется надежностью и возможностью эффективного его использования.

Проектирование карты – это разработка проекта вновь создаваемой или модернизации существующей карты. Целью проектирования является разработка документов и приложений к ним, необходимых для организации и выполнения всех работ по созданию (модернизации) новых карт и атласов, и обеспечения на их основе целенаправленного редактирования, составления и подготовки их к изданию.

Проектирование карт осуществляется исходя из общих положений, выражающих основные закономерности картографии, и на основе частных положений, вытекающих из характера создаваемой карты или серии карт.

Задачи проектирования карт и атласов возникают при необходимости картографического обеспечения решения новых народнохозяйственных, научно-технических проблем и задач безопасности, при полной и частичной модернизации существующих карт различного вида.

В ходе проектирования выполняются, как правило, следующие работы:

- подготовка совместно с заказчиком (потребителем) технического задания (технических требований) к карте, а для крупных комплексных произведений (атласов) – общей программы;
- разработка математической основы карты;
- разработка содержания карты, условных знаков, изобразительных средств, выбор способов отображения содержания;
- создание экспериментальных образцов и авторских макетов, макетов специального содержания;
- разработка оптимальной технологии работ;
- разработка плана-графика работ по созданию карты (атласа);
- составление технико-экономического обоснования проекта.

Проектные разработки сопровождаются краткой пояснительной запиской.

Обновление карты проводится при изменении требований потребителей карт к математической основе, содержанию и оформлению существующих карт и состоит в разработке средств и способов их совершенствования без изменения целевого назначения и существа карт.

Модернизация может быть полной или частичной. Полная модернизация связана с совершенствованием всех или подавляющего большинства элементов карты. Примером полной модернизации служит авиационная карта масштаба 1: 4 000 000, в процессе создания которой была заменена проекция, разграфка, частично содержание и оформление.

Примером частичной модернизации может служить топографическая карта масштаба 1: 1 000 000, у которой изменена только картографическая проекция.

Основным конечным результатом проектирования является программа карты (атласа) – документ, определяющий район картографирования, назначение, вид и тематику карты (атласа), математическую основу, содержание, принципы генерализации, способы изображения и систему графических символов, источники и порядок их использования, а также технологию изготовления карты (атласа).

Программа, дополненная техническими и экономическими расчетами, организационно-техническими мероприятиями, сметами, обоснованием необходимых видов работ и их последовательности и т. п., составляет научно-технический проект карты.

Проект должен давать полное представление о создаваемом произведении и обеспечить возможность расчета общей стоимости и ориентировочных сроков выполнения авторских редакционно-составительских и издательских работ.

Исходным документом для проектирования служит техническое задание, включающее, как правило, пояснительную записку, в которой определяется назначение карты (атласа), тип карты, картографируемая территория, формат, объем и возможные источники для составления. Указываются также сведения о масштабе, картографической проекции, наличие текста и иллюстраций. В качестве графических приложений к тексту изготавливают предварительный макет компоновки, составляют список карт.

Назначение карты и вытекающие из него требования являются важнейшими, но не единственными факторами, воздействующими на выбор основных параметров проектируемой карты.

Другие значимые факторы – региональные особенности картографируемых объектов и явлений и обеспеченность проектируемой карты источниками.

Главный смысл создания любой карты как пространственной модели некоторых определенных сторон действительности состоит в их правильном отображении с обязательным учетом региональных черт, важных с точки зрения назначения карты. Например, при разработке туристической карты Санкт-Петербурга естественно сосредоточить внимание на культурно-исторических памятниках, а для карты Алтая – на его природных достопримечательностях. Такой подход требует целеустремленного изучения картографируемых объектов и явлений с тем, чтобы установить и отразить в программе их особенности, важнейшие для проектирования карты.

Основным документом научно-технического проектирования является программа карты.

К научно-техническому проекту подготавливают следующие приложения: макет компоновки, схему нарезки многолистной карты, список карт, схемы обеспеченности картографическими материалами, таблицы условных знаков и образцы составления и оформления карт, авторские макеты (макеты специального содержания), расчет стоимости редакционно-составительских и оформительских работ и др.

Кратко остановимся на содержании отдельных этапов проектирования.

1. Проектирование математической основы карты является достаточно сложным и разнообразным комплексом работ, который подробно рассмотрен в специальной литературе, посвященной этому вопросу.

2. Разработка легенды карты, т. е. совокупности задуманных для карты изобразительных средств, включает три взаимосвязанных задачи: разработку легенды, проектирование (выбор) системы (или систем) картографических условных знаков, обеспечение эстетически совершенной формы карты (ее художественное проектирование).

Следующим этапом является разработка (определение) элементов зарамочного оформления.

Основными средствами изображения содержания проектируемой карты служат условные знаки различной формы и размеров, подписи, выполняемые различными шрифтами, и фоновые закраски. Применение указанных средств неразрывно связано с использованием цвета.

Кроме картографического изображения, всякая карта имеет некоторое зарамочное оформление, облегчающее чтение карты и работу с ней.

При проектировании любой карты наряду с определением характера и объема ее содержания необходимо обеспечить наглядность карты. Для этого надо выбрать наиболее рациональный способ отображения объектов и явлений действительности и систему картографических знаков.

При создании топографических и других видов общегеографических карт способы отображения и знаковые системы имеют установившийся традиционный характер. При проектировании тематических и специальных карт и атласов необходимо в каждом конкретном случае решать вопрос о выборе знаковой системы

и способов изображения в зависимости от назначения и содержания карт.

Под системой картографических условных знаков (СКУЗ) понимается совокупность знаков, имеющих общий принцип и правила построения и использования для отображения на картах объектов и явлений действительности. Картографические знаки, используемые на карте, формируют графическое изображение объекта.

Система знаков формируется в зависимости от назначения и темы карты, характера картографического объекта или явления, задач, для решения которых создается карта.

При проектировании СКУЗ учитываются также психофизические особенности зрительного восприятия карты, условия использования, уровень подготовки потребителя, а также существующие технические и технологические возможности картографического производства. Выбор построения системы знаков для отображения содержания карты зависит от ее назначения. Разрабатывая СКУЗ, обеспечивающую отображение проектируемого содержания, с учетом всех аспектов семиотики необходимо добиться наглядного, выразительного, экономного изображения, хорошо воспринимаемого и легко читаемого устройствами ЭВТ.

Синтаксическая сторона знаковой системы характеризует отношение между знаками при их функционировании на карте безотносительно к передаваемому ими содержанию. Синтактика является разделом семиотики, занимающимся изучением внутренних структур знаковых систем безотносительно к выполняемым ими функциям. Показателем синтактики СКУЗ является общее количество знаков и их комбинаций для передачи картографируемой тематики.

Прагматическая сторона знаковой системы рассматривает отношения знаков к потребителю. Прагматика, являясь еще одним разделом семиотики, обеспечивает наглядность и простоту чтения распознанного явления, отображаемого на карте. Показателем прагматики системы знаков является уровень визуальной, а по возможности и машинной коммуникабельности картографических знаков и всей системы в целом. К этой категории относится обычно и понятие «информационная емкость» знаковой системы.

С позиций прагматики основными правилами построения СКУЗ являются следующие:

- использование основных знаков и закономерностей зрительного восприятия карты для построения картографических знаков в целях их быстрого, легкого восприятия и декодирования;
- учет закономерностей теории распознавания образов для построения СКУЗ, легко считываемых автоматическими системами;
- использование основных принципов дидактики и промышленного дизайна в целях обеспечения высокой наглядности и эстетики знаков;
- применение основных принципов построения знаков и всей системы в целом, обеспечивающих их высокую информативность.

В основе формального аспекта проектирования СКУЗ лежат основные законы их построения, обеспечивающие высокую коммуникабельность и эстетические параметры картографических знаков.

При выборе способов отображения картографируемых явлений руководствуются рядом особенностей проектируемой карты, такими как характер распространения изображаемых на ней явлений, назначением карты, предъявляемыми к ней требованиями, объемом содержания, возможностями издания.

Несмотря на многообразие содержания специальных и тематических карт, набор способов изображения остается ограниченным, и варианты оформления достигаются главным образом комбинированием изобразительных средств, получением новых смысловых и художественных сочетаний. Находит широкое применение сочетание способов при отображении на карте различных явлений.

Для красочного оформления карт разного назначения используются законы цветоделения, а также данные по психологии восприятия цвета.

Современные технологии издания карт позволяют воспроизвести на карте практически всю цветовую гамму отображаемого содержания.

Таким образом, штриховое, шрифтовое и красочное оформление карты должно в эстетически совершенной форме соответствовать назначению карты и условиям ее использования.

Разработка содержания карты включает: определение элементов содержания карты, определение параметров генерализации содержания, определение технологии создания карты.

При проектировании карт оригинальной тематики, т.е. карт, создаваемых впервые, начальным этапом обработки их содержания является формирование понятий, отображающих основные категории картографируемой тематики. Как правило, они формируются специалистами с привлечением картографов. В этих случаях созданию оригиналов карт предшествует составление эскизов или макетов на лист карты или отдельные его фрагменты.

Следует иметь в виду особенности проектирования содержания, которые возникают при создании топографических, общегеографических, тематических и специальных карт.

Приступая к разработке содержания карты, определяются характеристики объектов, которые должны быть отображены на ней. Характеристики объектов вытекают из их свойств. Свойства объектов обычно классифицируют на структурные, логические и функциональные.

Структурные свойства объектов – это свойства, отображающие строение объекта и организацию его элементов в единое целое или в систему. При этом выделяют содержательную и пространственную структуру объекта.

К логическим свойствам объекта или явления относят их принадлежность к той или иной группе по их значимости. Например, главные, магистральные и второстепенные улицы в населенном пункте, объекты, имеющие и не имеющие значение ориентиров и т.п.

Функциональные свойства объектов являются следствием функции, выполняемой объектом (например, быть действующим, проходным, судоходным и т.п.).

При проектировании карты как модели осуществляется также выбор видов показателей и единицы их выражения для отображения количественных и качественных характеристик картографируемых объектов. Выбор вида характеристик и их показателей определяется такими факторами, как назначение, тема карты, природа картографируемого объекта или явления, характер привлекаемых для составления источников.

Существенное значение имеет форма представления картографической информации – количественная или качественная. В ряде случаев для отображения качественной информации ее преобразуют в количественную форму на основе использования метода экспертных оценок с выражением показателей в условной балльной системе.

Количественные характеристики моделируемых объектов или явлений выражаются в абсолютных или относительных показателях.

Цель проектирования способов картографического отображения, систем картографических условных знаков и легенды – обеспечить наилучшие условия передачи содержания карты.

Для отображения применяется тот или иной способ, например, локализованные значки, качественный фон, изолинии, ареалы, знаки (линии) движения, картограммы, картодиаграммы и др. От правильного выбора способа картографического изображения в значительной степени зависят правильность и точность отображения на карте картографируемого объекта и информативность карты. Выбор способа изображения зависит от назначения и масштаба карты, а также от особенностей картографируемой территории и характера (сущности) картографируемых объектов и явлений. Помимо этих факторов учитываются также пространственная структура картографируемого объекта и степень его локализации (в точке, на линии или на площади).

При проектировании оформления карты определяют оптимальный способ подготовки карты к изданию, графическое и красочное оформление, обеспечивающие наилучшие условия зрительного восприятия содержания карты, ее наглядность, художественность, а также оптимальные условия издания карты.

Одним из важнейших этапов научно-технического проектирования карт и атласов является разработка (выбор) наиболее эффективной технологии их создания, осуществляемая редактором карты при участии технического редактора. Выбранная технология основывается на использовании наиболее эффективных, прогрессивных и рациональных способов создания оригиналов карт, обеспечивающих увеличение объема производства и его рентабельность, повышение производительности труда, надлежащее качество, экономичность производственного цикла и его минимальную длительность.

Выбор технологии и применение технических способов зависят от вида создаваемого картографического произведения, наличия на картографическом предприятии оборудования и приборов, исходных картографических материалов и квалификации исполнителей.

Наряду с выбором технологии при проектировании карт решаются организационные вопросы создания данного картографического произведения, даются рекомендации по кооперированию

труда между исполнителями, устанавливается последовательность исполнения работ.

Рассмотренные выше этапы проектирования выполняются при создании практически всех карт или атласов.

Основной задачей, решаемой в ходе научно-технического проектирования, является разработка комплекта редакционных документов, определяющих порядок создания карты или атласа.

Однако комплекс работ при разработке редакционных документов имеет свои особенности – определяются основные положения, являющиеся обязательными для всех карт района, учитывается предшествующий опыт проектирования и составления карт.

Ранее было отмечено, что основным документом научно-технического проектирования является программа карты (атласа). При разработке данного документа должны быть известны региональные особенности картографируемых объектов или явлений и допустимые источники для составления. Иначе говоря, географическое изучение объектов картографирования и сбор источников должны предшествовать составлению программы. Но только программа карты позволяет установить задачи и детальность географического изучения и получить представление о действительно необходимых источниках. Вместе с тем географическое изучение проводится преимущественно и в первую очередь по источникам, привлекаемым для составления. Часто это приводит к находке новых и важных источников. В связи с этим возникает вопрос о разумной последовательности действий.

Для определения последовательности действий разрабатывается замысел карты на основе предварительного анализа назначения карты, ознакомления с картографическими источниками и географической спецификой района. В замысле определяется последовательность действий по подготовке к проектированию карты. Затем приступают к составлению подробной программы карты.

Отчетливое понимание региональной специфики картографируемых объектов и явлений необходимо для успешной разработки программы карт и обоснованной генерализации в процессе составления карты. Оно достигается целеустремленным ознакомлением с районом картографирования, в результате которого выясняются: типичные черты и характерные особенности этих объектов, закономерности их размещения, взаимосвязи и тенденции

их развития. Следовательно, назначение карты, ее тема, масштаб и специфика района определяют направленность и детальность изучения. Методы изучения зависят также от наличия и доступности необходимых источников (информации).

Назначение и тематику определяют те объекты и явления (компоненты территориальных, природных и экономических комплексов, их стороны, существенные связи и т. д.), на изучение которых сосредоточивается основное внимание. Природные же условия могут представлять интерес лишь в той мере, в какой они влияли на сложившееся размещение.

На глубину и подробность изучения особенно сильное влияние оказывает масштаб карты. При прочих равных условиях крупный масштаб карты требует более детального знания объектов картографирования, тогда как мелкий масштаб позволяет ограничиться выяснением лишь важнейших черт этих объектов, переносит внимание на общие закономерности в размещении явлений, их взаимосвязи и т. д.

Исключение деталей – это лишь одна сторона дела, причем не самая главная. Существеннее последовательный перенос центра тяжести с деталей форм объекта на отдельные формы, далее на комплексы форм, типы, системы и т. д.

Далее на общую направленность и детальность географического изучения района влияют его специфика и внутренние локальные особенности. С системной точки зрения такая дифференциация означает не что иное, как выделение ведущих элементов, связей и процессов.

Рассматривая цель изучения картографируемых объектов и явлений в самой общей форме, можно сказать, что его результатом должно быть ясное представление о подвергаемых картографированию территориальных системах – их ранге (уровне), основных элементах и характеризующих эти элементы показателей, главных взаимосвязях и т. д. (рис. 2.1).

Элементы местности, определяющие различие в генерализации, должны получить в программе четкую и полную характеристику. Ведь разработка программы карты и составление ее оригинала на производстве обычно выполняется разными специалистами. Изучение объектов картографирования для обоснования генерализации преследует двойную цель – районирование объектов и явлений по территориальным различиям, обязательным для передачи на проектируемой карте и установление особенностей пространственного рисунка объектов или явлений.

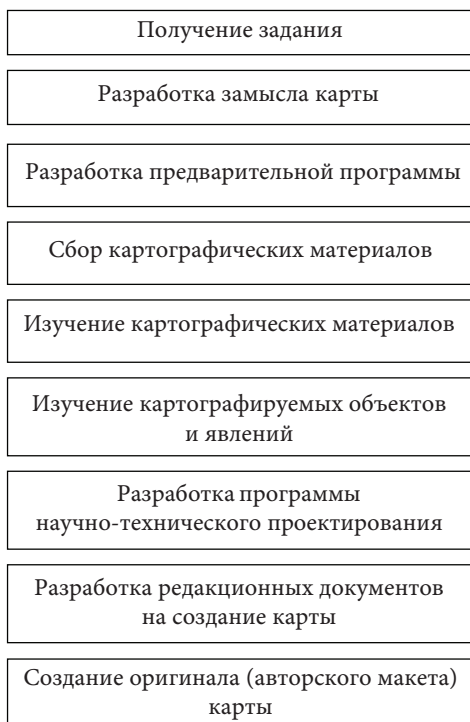


Рис. 2.1. Порядок научно-технического проектирования карты

В основе камерального создания оригиналов карт лежит использование материалов и результатов многообразных исследований и работ – астрономо-геодезических, топографических, аэрокосмических, статистико-экономических и многих других, т.е. различных по содержанию и форме документов, называемых картографическими источниками. Вместе с тем среди них надо различать источники в картографической и некартографической формах.

Достоинство любой карты – полнота, точность, современность и достоверность содержания – всегда зависят от качества привлекаемых к составлению источников. Поэтому сбор, анализ, оценка и выбор источников – ответственная и трудоемкая часть работы по составлению программы карты.

Правильная постановка сбора имеет целью заблаговременное привлечение современных источников, достаточных по своей полноте, достоверности и точности, обеспечивающих максималь-

но возможную эффективность работы. Для любых источников, в том числе для всех некартографических, обязательна возможность их пространственной локализации (привязки).

Заблаговременность сбора источников предполагает его полное завершение в процессе разработки программы. Дополнительное поступление источников во время составления оригинала карты в лучшем случае вызывает переделки, а в худшем – полную его переработку. И то и другое увеличивает сроки изготовления карты, повышает ее стоимость и, в конечном счете, неблагоприятно отражается на графическом качестве оригинала.

Для новой карты, призванной отобразить непрерывно изменяющуюся действительность в ее современном состоянии, необходимы современные этому состоянию источники.

Требование полноты, достоверности и точности устанавливаются в программе карты.

Качество работы над картой зависит от многих факторов. Отметим среди них: надлежащее соотношение масштабов карт-источников и составляемой карты, удобство переноса содержания источников на оригинал составляемой карты, объем и сложность обработки источников для получения нужных характеристик и показателей и т. д.

При сборе источников на зарубежные территории используются международные, национальные и ведомственные библиографии, каталоги государственных служб, специальных картографических хранилищ и библиотек, а также другие публикации по картографической информации.

Разработка редакционных документов по созданию карт и проектирование картографического произведения – два взаимосвязанных процесса. Они проводятся совместно и в определенной последовательности. Редактор решает вопросы о параметрах карты, ее содержании, принципах генерализации и технологии проектирования карты. Воплощение принятых технических решений завершается составлением редакционных документов.

В ходе проектирования карты создается ряд частных редакционных документов – редакционных указаний (РУ), редакционно-технических указаний (РТУ) или редакционных планов, формуляров листов карт, образцовых листов.

Эти документы подготавливаются заблаговременно и конкретизируют требования общих редакционных документов применительно к региональным особенностям района картографирования и используемых материалов.

В РУ освещаются принципиальные вопросы создания карты, ее содержание и оформление, приводятся данные об исходных картографических материалах и других материалах с предложениями по их использованию. Даются краткие рекомендации по технологии работ. В приложении к РУ помещаются схемы, таблицы и т. п., позволяющие более кратко и наглядно представить необходимые сведения.

РТУ по созданию карт разрабатываются, как правило, на КП редакторами ОРПР на основе изучения РУ или задания на предстоящие работы. Они являются руководящим документом для исполнителей.

В РТУ детализируются требования общих редакционных документов и РУ применительно к региональным условиям картографирования, характеру и качеству картматериалов и излагаются практические рекомендации исполнителям по выполнению всех видов работ.

Научно-техническое проектирование и организация редакционных работ тесно связаны со структурой картографических предприятий. Редакционная подготовка карт и научно-методическое руководство картографическими работами осуществляется, как правило, в одном подразделении (ОРПР).

На различных КП имеются свои особенности в постановке редакционных работ. Общим является принцип централизации редакционного руководства и разделения труда между редакторами карт в соответствии с их квалификацией и должностями: главным редактором, старшими (ведущими) редакторами, редакторами карт.

На производственных картографических предприятиях общее руководство редакционными работами осуществляет главный редактор предприятия. Он организует редакционные работы, руководит работой старших редакторов, в его обязанности входит контроль за качеством создаваемых карт.

Старшие редакторы – редакторы высокой квалификации, имеющие большой опыт работы по редактированию крупных картографических произведений. Им поручается руководство редакторами подразделений или группой редакторов при работе над отдельным крупным картографическим произведением. В их обязанности входит разработка проектов новых картографических произведений. Редакторы карт также принимают участие в разработке новых видов карт и атласов.

Совершенствованию средств редакционной работы, методика разработки новых типов карт и атласов способствует деятель-

ность методических (технологических) лабораторий, создаваемых на картпроизводстве.

Редакционный совет предприятий – еще одна форма научно-методического руководства деятельностью редакторов, координации их работы. На редакционном совете рассматриваются все важнейшие вопросы организации редакционных работ, тематические планы, работа по новым проектам картографических произведений и др.

Использование в работе по созданию этих карт большого количества разнородных картографических и справочных материалов требует от редактора в редакционно-подготовительный период значительное время уделять поиску нужных картматериалов, тщательному анализу и выработке обоснованных рекомендаций по их использованию.

Авторские работы по созданию специальных (тематических) карт заключаются в разработке содержания этих карт и обычно выполняются в специализированных учреждениях или специалистами по теме карты, привлекаемыми для участия в производстве карт. Авторская работа может выполняться в различной последовательности и принимать различные формы. Примерный порядок авторской работы – разработка общей концепции ее содержания, составление предварительной программы, изучение источников, разработка легенды, выбор показателей и шкал, составление предварительных эскизов.

Предварительная программа карты разрабатывается автором в контакте с редактором-картографом для согласования содержания карты с редакционной коллегией. В ней перечисляют картографируемые объекты и явления, указывают основные источники, которые будут использованы для составления макета.

После утверждения проекта, включающего предварительную программу, приступают к разработке эскиза или авторского макета.

Авторский эскиз – первоначальный вариант проектируемой карты, выполненный на голубом оттиске географической основы, полученном с изданной карты в близких масштабе и проекции. В графическом исполнении возможны отступления от принятых условных знаков и красочного оформления.

Авторский макет – макет специального содержания составляют на географической основе, подготовленной для этой цели. Он имеет полную нагрузку содержания и отработанную легенду. Макет составляют по основным источникам в соответствии

с принятыми условными знаками и красочным оформлением проектируемой карты.

В картографическом производстве макеты, изготовленные с высоким качеством, выполненные с учетом требований производства, используются как составительские оригиналы содержания и передаются в оформление для изготовления издательского оригинала карты. Это сокращает объем работ и затраты.

В настоящее время в целом ряде случаев необходимость разработки эскизов для тематических карт отпала в связи с тем, что для их создания разработаны соответствующие руководящие документы, типовые условные знаки и зарамочное оформление. Редактор карт, руководствуясь официальными документами и ссылаясь на них, разрабатывает редакционный план (РП).

В связи с расширением связи картографии с другими науками, особенно географическими, возникла необходимость в более широком развитии тематической картографии по созданию карт природных явлений и социально-экологических карт.

Для разработки содержания таких карт используются авторские макеты и другие материалы, имеющиеся в соответствующих организациях. Их сбор и обработка требуют значительного времени, а в ряде случаев проведения экспериментальных работ для создания образцов, чтобы убедиться в правильности использования принципов генерализации содержания.

Авторский макет (макет специального содержания) в таких случаях является единственным картографическим источником.

Одной из задач научно-технического проектирования является создание атласов. Создание больших географических атласов – труднейшая задача картографической науки и производства. Фундаментальные комплексные атласы дают наглядное обобщение современных знаний об окружающей среде, размещении природных ресурсов и производительных сил, географии населения и политическом делении мира и, таким образом, могут служить, в известной степени, мерилем общего развития науки и культуры в стране, где они созданы.

Следовательно, в основе разработки любого атласа как целостного систематического собрания карт всегда лежит системный подход.

Основными принципами построения атласов являются полнота содержания, единство оформления и издания отдельных карт, разделов и атласа в целом.

Полнота содержания достигается наличием и использованием в атласах современных географических сведений, а также наличием экономических, политических и исторических данных.

Единство карт, входящих в атлас, достигается соответствием их тематики общей идее атласа, выбором системы масштабов и проекций, обеспечивающих наилучшую компоновку и сравнимость карт при заданном формате листов, согласованностью классификации и единообразием изображения однородных объектов на разных картах атласа, единством принципов генерализации, условных знаков, шрифтового и красочного оформления всех карт атласа.

В целом проектирование атласа аналогично проектированию карт, с учетом особенностей, определяемых общими требованиями к атласу как к картографическому произведению.

К конструктивным параметрам и техническим характеристикам атласа относятся формат атласа, размеры карт, число томов, объем (число карт и страниц), разделы атласа, объем текстовых приложений, число иллюстраций, вид переплета, число красок, тип и формат бумаги и др.

При выборе проекции карт атласа стремятся для атласа в целом или каждого из его разделов выбрать единую проекцию, обеспечивающую оптимальные условия решения задач, вытекающих из назначения и тематики карт данного раздела, возможность простого сопоставления различных его карт.

Выбор масштабов карт осуществляется с учетом территориального охвата изображаемой области, установленного формата атласа и выполнения основного требования – обеспечения единства общего и частного.

При проектировании содержания карт атласа решается задача показа целого через его части. Любая карта атласа должна представлять собой законченное картографическое произведение, а все карты в совокупности должны раскрывать общую тематику атласа в определенной логической последовательности – от общего к частному, в порядке значимости, обусловленности и соподчиненности, или в хронологической последовательности на определенных методических принципах.

Разработка проекта атласа заканчивается созданием общей программы, в которой должны быть определены назначение, структура и содержание (по разделам), формат, математическая основа, основные картографические материалы для составления, вопросы генерализации, способы картографического изображения специального содержания карт и др.

К общей программе прилагаются список карт, макет компоновки, макет специального содержания, условные знаки, график выполнения работ.

На основе утвержденной общей программы и макета компоновки атласа в дальнейшем разрабатываются частные программы или редакционные указания по составлению, подготовке к изданию и изданию отдельных карт или серии однотипных карт атласа.

Под структурой атласа принято понимать состав и последовательность размещения в нем карт и текстовых материалов.

Основными параметрами (факторами), определяющими структуру атласа, являются назначение атласа, его тематика и содержание. Структура определяется заданием по созданию атласа, которое уточняется при разработке макета атласа.

Структура атласа должна предусматривать логически последовательное освещение отображаемых тем, изображение объектов и явлений картографируемых территорий от общего к частному, обеспечивая при этом согласование карт, связь и достоверную передачу единства целого и их частей.

Она должна соответствовать комплексному изучению и исследованию отображаемых объектов, их взаимосвязей, соподчиненности картографического источника для проведения определенных практических мероприятий и решения научно-технических проблем.

В атласе вначале помещают карты в более мелком масштабе на всю картографируемую территорию или крупный регион, а затем на отдельные их части – карты в более крупном масштабе, дающие более полную и детальную характеристику этих территорий (объектов).

При делении целого на части предусматривается, чтобы важные в физико-географическом или социально-экономическом отношении объекты совместно с их основными коммуникациями (связями) были целиком отображены хотя бы на одной карте атласа.

При разработке структуры атласа определяется также соотношение создаваемых карт с текстовой частью и различными приложениями, решаются вопросы их взаимосвязи, взаимного дополнения, последовательности размещения, устанавливаются особенности оформления атласа и его приложений.

Таким образом, атласы представляют собой сложное картографическое произведение, в которых с наибольшей полнотой проявляются черты диалектического единства общего и частного,

выражающееся, прежде всего, в том, что вся система карт атласа выступает как единое целое, а каждая его карта является элементом этой системы.

Разработка любых картографических произведений производится в специализированных подразделениях картографических предприятий, как правило, – это отделение редакционно-подготовительных работ. В этом структурном подразделении находятся и картографические архивы, и хранилища картографического материала как в аналоговом, так и в цифровом виде. В этом же подразделении сосредоточены наиболее опытные и подготовленные специалисты – редакторы карт.

2.2. Редакционная работа

Создание (обновление) топографических и специальных карт – сложный производственный процесс, в котором участвует большое количество специалистов, работающих в различных подразделениях на одном предприятии, а при создании карт на большие территории задействуется нескольких картографических предприятий. В этих условиях для создания высококачественных карт требуется четкая организация работ, основой которых является редактирование карт.

Редактирование карт заключается в разработке редакционных документов и научно-техническом руководстве работами на всех этапах создания карт.

Редактирование карт осуществляется на всех этапах создания карты (рис. 2.2).

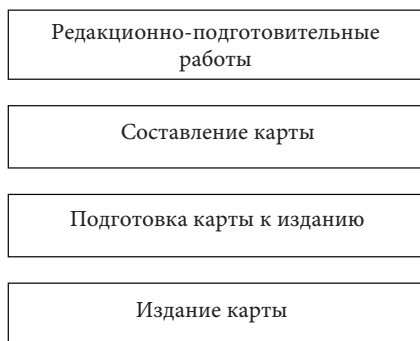


Рис. 2.2. Основные этапы создания карты

Содержание и объем редакционных работ определяются назначением и видом карт, их масштабом, исходными материалами, особенностями картографируемой территории, методами и сроками создания карт.

В содержание редакционных работ входят сбор и анализ картографических и литературно-справочных материалов, изучение картографируемой территории, разработка редакционных и редакционно-технических указаний и обеспечение в процессе создания карт единства в понимании и выполнении требований этих документов; выбор наиболее рациональной технологии изготовления оригиналов карт, редакционный контроль на этапах выполнения работ и приемки готовой продукции, а также проведение анализа изданных карт.

В основе организации редакционной работы лежит разделение труда и централизация редакционного руководства при обязательном ее планировании.

Разделение труда производится по характеру редакционной деятельности картографических предприятий, виду выполняемых редакционных работ, специализации редакторов по видам и масштабам карт и территориальному признаку.

Разделение труда внутри предприятий осуществляется по видам выполняемых работ и специализации редакторов, по видам карт и территориальному признаку.

На картографических предприятиях разделение труда проводится между редакторами отделения редактивного и подготовительных работ (ОР и ПР) и редакторами производственных отделений, а между отдельными редакторами ОР и ПР – по видам карт и масштабам.

Редакционная работа на картографических предприятиях организуется главным редактором предприятия и проводится начальником и редакторами отделения редакционно-подготовительных работ (ОР и ПР), редакторами производственных отделений. Она выполняется непрерывно в течение всего процесса составления (обновления) и подготовки к изданию карт.

На основе производственного задания на год и плана редакционного обеспечения отрабатывается план редакционного обеспечения картографических работ предприятия. При планировании редакционной работы на год производится закрепление районов картографирования за редакторами ОР и ПР, в отдельных случаях – за редакторами отделений.

Редактор района руководит созданием редакционных документов на предстоящий район работ.

Перед началом работ по составлению (обновлению) карты редактор района проводит занятие с редакторами отделений, знакомит их с особенностями района картографирования, используемыми картографическими материалами, особенностями технологии выполнения работ и доводит до них основные требования РТУ по отображению отдельных элементов местности на карте.

Редакционную работу в производственном отделении осуществляет редактор отделения. Получив задание на выполнение работ, он изучает руководящие документы и картографические материалы, разъясняет исполнителям технологию работ и особенности отображения элементов содержания карты.

Главный редактор совместно с редакторами районов и технологами периодически обобщает опыт редакционной работы и на его основе определяет направления совершенствования редакционной работы при создании карт на всех этапах.

Редакционные работы, предшествующие составлению (обновлению) карт, называют редакционно-подготовительными.

К ним относятся выявление, сбор, описание и систематизация картографических, геодезических и литературно-справочных материалов, изучение картографических материалов и района картографирования, составление переводных таблиц условных знаков, установление названий географических объектов, ведение дежурных документов, разработка редакционных и редакционно-технических указаний и образцового листа карты на район картографирования, подготовка исполнителей к выполнению работ.

Редакционно-подготовительные работы выполняются на картографическом предприятии, как правило, в отделении редактирования и подготовительных работ. К выполнению этого вида работ привлекаются редакторы отделений.

Одной из особенностей редакционно-подготовительных работ является сбор и накопление картографо-геодезического и литературно-справочного материала на зону ответственности или район накопления.

К картографическим материалам относятся картографические произведения в виде съемочных, составительских и издательских оригиналов, цветных тиражных оттисков топографических и специальных карт (авиационных, обзорно-географических,

морских и др.), карт атласов, тематических карт и других графических материалов.

К геодезическим материалам относятся каталоги, списки координат и высот геодезических пунктов и справочные данные по геодезическому обоснованию съемок (системы геодезических и прямоугольных координат, исходный уровень высот и др.).

К литературно-справочным материалам относятся военно-географические описания, административно-территориальные, железнодорожные, статистические и прочие справочники, материалы переписи и списки количества жителей, словари географических названий, официальные, периодические, научные, географические издания и любые другие источники, содержащие картографо-географическую информацию.

Выявление и сбор картографических материалов ведется непрерывно, целенаправленно и планомерно. При этом используются сведения о картографо-геодезических фондах РФ и других странах. Источниками для получения сведений об имеющихся материалах и их качественной оценке служат отчеты о выполненных работах, каталоги изданных карт, информационные издания национальных картографических служб и международных организаций, периодическая картографическая литература и др.

Эти источники сосредоточиваются в государственных и специализированных книго- и картохранилищах: Картографо-геодезическом фонде РФ, Институте географии АН РФ и его филиалах, региональных библиотеках, архивах и других организациях, специализирующихся на изучении континентов и отдельных стран. Результаты изучения источников информации заносятся в картотеку и на схемы картографической изученности – по территориям и масштабам карт.

Деятельность частей картографических предприятий по выявлению, приобретению и накоплению картографических материалов производится в рамках сотрудничества с организациями, от которых могут быть получены материалы ведомственных топографо-геодезических съемок, специальные карты и планы (лесные, землеустроительные и т. п.), сведения о состоянии дорог, водном хозяйстве, количестве жителей в населенных пунктах и др. В местных органах государственного геодезического надзора могут быть получены сведения о качестве геодезических и топографических работ, выполненных различными ведомствами на район картографирования.

Собранные картографические материалы учитываются, систематизируются, проходят первичный анализ для подготовки заключения об их ценности. Отбираются материалы, пригодные для обеспечения выполняемых и планируемых картографических работ, при этом материалы на листы, находящиеся в работе, направляются на картографические предприятия для использования в процессе создания карты, а на планируемые районы используются для написания редакционных указаний и затем направляются на предприятия для обсчета объема работ при составлении бизнес-плана, завершения редакционно-подготовительных работ и составления карт.

Все картографические материалы принимаются на картотечный учет и заносятся в альбомы графического учета. Обе эти формы учетных документов могут быть заменены (дополнены) занесением необходимой информации в банк данных автоматизированной информационно-поисковой системы.

В ходе систематизации материалы группируются в зависимости от практических надобностей по территориям, видам, изданиям, масштабам, номенклатурам листов.

Сбор и систематизация картографических материалов на картографических предприятиях производятся целенаправленно для создания карт на определенные картографируемые районы.

Одновременно с накоплением картографических материалов проводится сбор сведений об изменениях местности и ведение дежурных картографических документов в центральных картографических предприятиях и на территориальных картографических предприятиях для учета происшедших изменений местности, оценки современности карт и подготовки предложений по их обновлению.

Перед началом составления карты разрабатываются редакционные документы на основе задания и сведений, полученных редактором в результате изучения картографических материалов и района картографирования.

Редакционно-технические указания (РТУ) после их отработки согласовываются с центральным редакционным органом в ходе редакционно-контрольной проверки. До начала работ РТУ должны быть закончены отработкой, включая их утверждение и редакционно-контрольную проверку. Для своевременной разработки РТУ картографические предприятия должны заблаговременно подготовить все необходимые редакционные документы и картографические материалы (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Классификация картографических материалов

Образцовые листы карты и образцы составления на участки местности изготавливаются заблаговременно, как правило, при создании карт на новые районы со сложным для отображения характером местности и в случаях создания новых специальных карт. При необходимости могут изготавливаться образцы составления на отдельные участки местности.

Подготовку исполнителей организует главный редактор части, а работу с ними осуществляет редактор района и начальник (редактор) производственного подразделения.

Подготовка исполнителей заключается в отборе картографов-составителей и картографов-оформителей для выполнения работ на конкретном районе с учетом его сложности, а также в изучении исполнителями особенностей района картографирования, редакционно-технических указаний, технологии составления и подготовки карты к изданию.

В период подготовительных работ редактор района отрабатывает рекомендации и проверяет правильность введения поправок для приведения картографического материала к установленной системе координат; определяет необходимость и методы преобразования картографической проекции исходного материала в проекцию составляемой карты; выбирает наиболее рациональные методы подготовки картографического материала для изготовления необходимых для монтажа копий и контролирует точность монтажа.

Редакторы производственных подразделений осуществляют постоянное руководство работой исполнителей и систематически проверяют листы карт в процессе составления, а также качество отработки отдельных элементов содержания после составления листов карт. Редакторы ОР и ПР, главный редактор предприятия и другие должностные лица периодически проверяют качество работы редакторов по составлению оригиналов карт.

Основная задача редакционной работы – обеспечить ее полное соответствие составительскому оригиналу, требованиям руководящих документов (заказчика) и требованиям технологии издания карт.

Редакционная работа в процессе издания карт выполняется для обеспечения высококачественного воспроизведения содержания оригиналов и соответствия красочного оформления тиражных экземпляров карт утвержденным образцам и пробам.

Подготовительные работы выполняет отделение технической редакции (ОТР) с участием других подразделений КП в период разработки технологических планов издания карт.

Технологический план издания карт определяет виды, порядок и методы выполнения работ, необходимых в процессе издания карт на конкретный район, и включает в себя рабочую технологическую схему, плановую калькуляцию и наряд-заказы цехам.

В этих документах указываются шифр района, на который издается карта, шифр листов карты и схема их компоновки, вид оригиналов, оценка ретушеров и граверных работ, формат и марка бумаги, количество диапозитивов постоянного хранения, номер типовой технологической схемы и дополнительные указания по отдельным процессам.

Оперативный контроль за выполнением технологического плана издания карт осуществляется руководящим и инженерно-техническим составом картографического предприятия в соответствии с функциональными обязанностями.

Контроль качества корректурных оттисков, красочных проб и машинных оттисков осуществляется ОТР в соответствии с требованиями технологических инструкций и наряд-заказов на их изготовление. Порядок приемки ОТР этих документов, а также редакционного контроля карт в процессе их издания устанавливается руководителем предприятия в соответствии с требованиями руководящих документов по обеспечению контроля качества оригиналов карт.

Общий контроль за обеспечением качества выпускаемой продукции и за состоянием редакционной работы осуществляют центральные редакционные органы.

2.3. Технология составления карты

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

Общая схема процесса составления оригинала карты представлена на рис. 2.4.

Изготовление составительского оригинала – сложный и ответственный этап в общем комплексе работ по созданию карты. При его изготовлении необходимо в соответствии с требованиями редакционных документов правильно, точно и с высоким графическим качеством воспроизвести все элементы содержания карты в установленных условных знаках с одновременным выполнением генерализации исходного изображения в соответствии с назначением карты, ее тематикой и масштабом.

Необходимо отметить, что несмотря на развитие методов создания карт с использованием цифровой информации потребность в составительских оригиналах остается, но он может быть как в цифровом виде, так и аналоговом, все зависит от сложности составляемой карты, опыта исполнителя и многих других факторов. Но если в аналоговом виде составительский оригинал – это промежуточный продукт, требующий дополнительной подготовки для издания, то в цифровом – это оригинал, позволяющий получить готовый издательский оригинал непосредственно с цифрового изображения.

Перед началом составления карты выполняется ряд подготовительных работ: подготовка картографической основы для со-



Рис. 2.4. Общая схема процесса составления оригиналов карты

ставления карты, картографических материалов к использованию и перенос изображения с основного картографического материала на основу для составления.

Создание составительского оригинала начинается с подготовки картографической основы. Раньше в качестве основы использовались жесткие основы – металлическая пластина (алюминиевая) с наклеенной картографической бумагой (ватманом), позже и частично в настоящее время – недеформирующийся прозрачный пластик. Подготовка такой основы к составлению технологически проста, но требует от исполнителя внимательности и сосредоточенности.

Все процессы при подготовке основы для составления обязательно контролируются должностными лицами в соответствии с функциональными обязанностями и руководящими документами.

Подготовка картографических материалов к использованию при составлении имеет целью обработку их для приведения к виду, который делает возможным непосредственное использование источников в процессе создания карты. Такая обработка связана в основном с подготовкой их к фотографированию и последующему монтажу полученных копий, при составлении карты с использованием растросканирующих технологий – сканированию и обработке (монтажу) на ПЭВМ в специализированном программном обеспечении (СПО).

Объем работ при этом зависит от геодезической и математической основ основных картматериалов и их вида (цветной тиражный оттиск, издательский оригинал на бумаге, диапозитив и т. п.) и утвержденной технологии составления.

В процессе составления используются картографические материалы, требующие разного рода обработки. Это могут быть перевычисления в другую картографическую проекцию или перевод в другие системы координат

Перенесение изображения с основного картматериала на подготовленную основу заключается в изменении масштаба и преобразовании картографической проекции. Выполняются они применением оптико-механических, графических или электронных способов перенесения. Выбор способа определяется характером выполняемого преобразования, а также видом картматериала.

Таким образом, при подготовительных работах перед составлением карты задействованы следующие участки картографического производства: монтажа, фотографирования, копирования, сканирования, фотонаборного аппарата, координатограф, компьютерных станций.

Их организация, состав работ, выполняемый при операциях, и применяемое оборудование будут рассмотрены далее.

Следующим этапом является составление элементов и объектов содержания карты. На подготовленной основе производится составление карты, которое заключается в графическом (электронном) воспроизведении всех элементов ее содержания в установленных условных знаках с одновременным выполнением генерализации исходного изображения в соответствии с назначением и масштабом карты.

Если основой служит прозрачный пластик, составление производится совмещенно на одной или нескольких основах, расчлененных по цветам издания карты, если же составление производится на ПЭВМ с использованием СПО, то составление выполняется по элементам содержания карты в цифровом виде. Составление карт выполняется в заданной последовательности, определенной технологией создания.

В результате процесса составления создается комплект оригиналов и макетов, который передается на подготовку карты к изданию.

Существуют различные способы и технологии составления оригиналов карт (см. рис. 2.4). Выбор наиболее рационального способа создания составительского оригинала определяется, как правило, редактором в зависимости от исходного картографического материала (проекции, масштаба, системы координат, графического и красочного оформления), вида основных картматериалов (тиражный оттиск, диапозитив и т. п.), предполагаемой технологии подготовки карты к изданию, сроков создания карты, характера картографируемой территории, наличия оборудования и квалификации исполнителей.

Во всех случаях выбранный способ должен обеспечить полное соответствие создаваемой карты требованиям редакционных и других руководящих документов (требованиям заказчика).

На определенном этапе развития картографического производства наибольшее распространение при составлении общегеографических карт и географических основ тематических карт получил способ создания составительского оригинала по голубым светокопиям, изготовленным с основного (исходного) картографического источника фотомеханическим способом. Этот способ применим в тех случаях, когда основные источники могут быть приведены при подготовке к масштабу составляемой карты с сохранением четкого изображения содержания на уменьшенных копиях.

В связи с тем что в качестве основ при создании составительских оригиналов используются прозрачные недеформирующиеся пластики или применяется электронный способ, широкое применение получило раздельное составление (рис. 2.5), т. е. составление на нескольких оригиналах. Число оригиналов зависит от красочного оформления карты, сложности района картографирования и последующей технологии подготовки карт к изданию.

Большое распространение, особенно при создании топографических карт, учебных карт по географии, истории, получил

способ одновременного составления и подготовки к изданию карт (см. рис. 2.5). В этом случае составительский оригинал одновременно является и издательским оригиналом. При обеспечении высокого графического качества этот способ позволяет экономить трудовые затраты.

В настоящее время способ составления карты на отдельных основах практически полностью вытеснил способ оцифровки оригиналов карт с использованием ЭВТ. В этом случае технология составления определяется РТУ с учетом возможностей СПО.

Для перенесения изображения с основного картматериала на подготовленную основу необходимо изменить его масштаб



Рис. 2.5. Классификация способов составления карт

и преобразовать проекцию. Это достигается применением оптико-механических, графических или электронных способов перенесения. Выбор способа определяется характером выполняемого преобразования, а также видом картматериала.

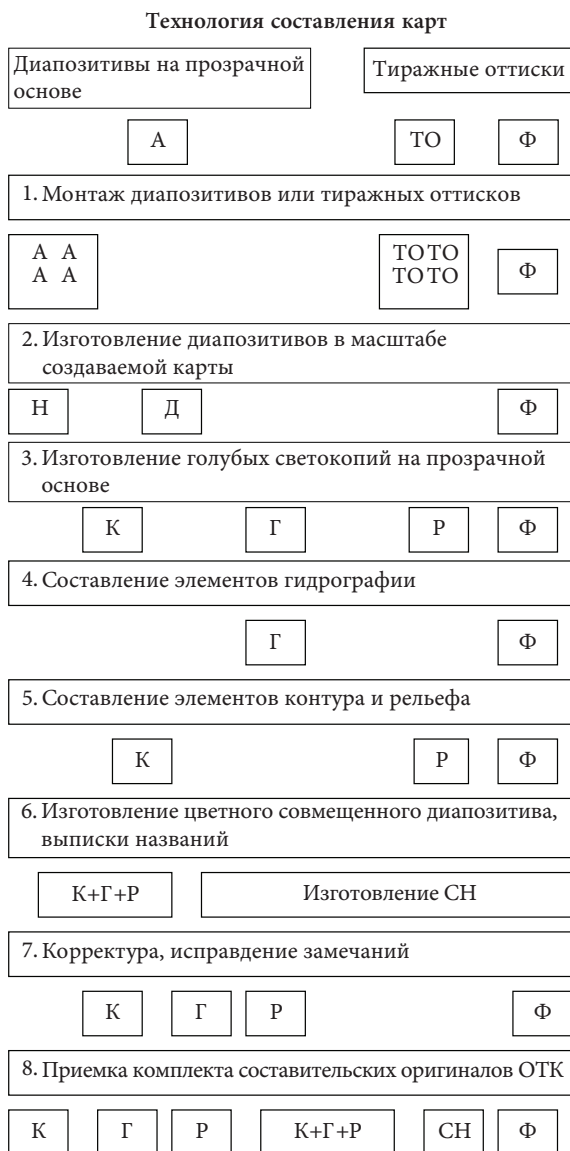
Оптико-механические способы перенесения изображения имеют наиболее широкое применение в картографической практике. Это обусловлено их простотой, получением высокой точности и хорошего качества картографического изображения при сравнительно небольших трудовых и материальных затратах. Сущность этих способов заключается в том, что преобразованное оптическим путем исходное картографическое изображение проектируется на экран прибора и закрепляется. По способу закрепления спроектированного изображения различают фотомеханический и проективный способы (рис. 2.6).

При фотомеханическом способе перенесение изображения осуществляется фоторепродуцированием и фототрансформированием. Фоторепродуцирование применяется в случае преобразования подобия только изменением масштаба. Оно заключается в переносе и закреплении изображения при помощи фотографических процессов. Основной картографический материал фотографируют в масштабе составляемой карты, полученные копии монтируют на заранее подготовленную основу. Допускается фотografiрование материала с уменьшением до четырех раз. При большем уменьшении изображение на копии читается плохо, поэтому необходимо произвести предварительную обработку основного картографического материала.

Применение фоторепродуцирования возможно и при использовании картографических материалов, требующих более сложных преобразований, если искажения изображения настолько незначительны, что их можно устранить за счет деформации фотокопий при их монтаже на подготовленную основу.

Фототрансформирование позволяет выполнять аффинные и гомографические преобразования исходного картографического изображения. Применяют однократное или двойное трансформирование на фототрансформаторах типа ФТБ-2, ФТА, УТП-2. При фототрансформировании осуществляется сжатие или равномерное и неравномерное растяжение изображения, при которых сохраняется прямолинейность линий.

При выполнении более сложных преобразований необходим массовый пересчет координат точек из одной проекции в другую с использованием ЭВМ и автоматических координатографов



Обозначения:

К – элементы контура; Г – элементы гидрографии; Р – элементы рельефа; СН – список названий; Ф – формуляр листа карты; А – абрис (совмещенный диапозитив К+Г+Р); Н – негатив; Д – диапозитив; ТО – тиражный оттиск

Рис. 2.6. Технологическая схема раздельного составления оригиналов топографических карт по голубым светокопиям на прозрачных основах (вариант для карт масштабов 1:25 000–1:100 000)

или графопостроителей. Возможно преобразование данного типа производить на фототрансформаторе со специальным щелевым устройством. Оно позволяет трансформировать прямые линии в кривые.

Копии, полученные с основного картографического материала, монтируются на подготовленную картографическую основу.

С оригинала монтажа фотокопий, диапозитивов или негативов путем репродуцирования или контактного копирования получают голубые копии на пластике в соответствии с принятой технологией составления, которое производят непосредственно на них (рис. 2.7).

При невозможности или нецелесообразности применения фотомеханического способа перенесения картографического изображения (например, с цветных оттисков карт с интенсивной фоновой окраской) используют проективный способ (оптическое проецирование). Техническими средствами в этом способе являются оптические проекционные аппараты и диапроекторы. Для проектирования непрозрачных рисунков используют аппараты, проецирующие изображение с помощью лучей, отражаемых и рассеиваемых этими рисунками.

Графические способы перенесения картографического изображения используются лишь в тех случаях, когда нет оборудования для выполнения сложного преобразования, а также когда на составляемую карту нужно перенести отдельные объекты с дополнительного картматериала. К ним относятся способы перенесения по клеткам с помощью пантографа или пропорционального циркуля.

Все перечисленные способы перенесения контуров рассчитаны на использование карты достаточной точности. При создании тематических карт возможны случаи использования картографических материалов, выполненных на устаревшей или схематической основе, или материалов эскизного характера с неточной локализацией специального содержания. Тогда нецелесообразно переносить их содержание на оригинал точными техническими способами. Содержание переносят, увязывая его с объектами общегеографической основы. Для этого используют естественные ориентиры (например, речную сеть), имеющиеся на картографическом материале и основе.

Электронный способ предполагает перенесение изображения с основного картографического материала на основу посредством сканирования и последующей обработки изображения на ПК. Для

Основной картографический материал

К

Г

Р

1. Монтаж диапозитивов на прозрачную основу

К

Г

Р

Ф

2. Изготовление диапозитивов К, Г, Р в масштабе создаваемой карты способом фотографирования

Н

Д

К

Г

Р

Ф

3. Изготовление голубых светокопий на гравировальной основе

К

Г

Р

Ф

4. Составление с одновременным гравированием элементов гидрографии

Г

Изготовление СН

Ф

5. Вкопирование элементов гидрографии в гравировальные основы контура и рельефа

К+Г

Р+Г

Ф

6. Составление с одновременным гравированием элементов контура и рельефа

К+Г

Р+Г

Ф

7. Изготовление промежуточных диапозитивов

К

Г

Р

Ф

8. Наклейка подписей, изготовление масок, заливочных и фоновых элементов

К

Г

Р

Л

с/л

з/в

Ф

9. Изготовление цветного совмещенного диапозитива

К+Г+Р+Л+с/л+з/в

Рис. 2.7 (начало)

10. Корректурa, исправление замечаний

11. Изготовление комплекта оригинальных диапозитивов

12. Приемка готовой продукции ОТК

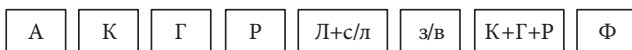


Рис. 2.7 (окончание). Технологическая схема одновременного составления и подготовки к изданию карт методом гравирования (вариант для карт масштабов 1:25 000–1:100 000):

К – элементы контура; Г – элементы гидрографии; Р – элементы рельефа; СН – список названий; Ф – формуляр листа карты; А – абрис (совмещенный диапозитив К+Г+Р); Л+с/л – совмещенный диапозитив леса и сетки леса; Л – маска леса; с/л – маска сетки леса; з/в – маска (диапозитив) заливки воды; Н – негатив; Д – диапозитив

выполнения этих операций применяется сканирующее оборудование (планшетные или барабанные сканеры, обеспечивающие точность сканирования) и СПО типа «Панорама», «Нева», «ArcGis» и другие.

Рассмотренный общий процесс создания карт предусматривает в качестве необходимого условия изготовление вначале первичного оригинала, называемого составительским. Однако изготовлению его предшествует несколько самостоятельных операций, которые должны быть проделаны независимо от выбранного способа.

Первой операцией является нанесение математической и геодезической основ, что необходимо для точной привязки изображения элементов местности. Именно наличие на карте изображения математических и геодезических элементов придает ей свойства, присущие топографической карте как измерительному документу.

Следующая операция – подготовка основного картматериала к дальнейшей обработке. Обработка основного картматериала вызывается тем, что необходимо привести материал к масштабу составления. Независимо от того, каким способом выполняется приведение картматериала к масштабу составления – фото-репродукционным или электронным, необходимо выполнить следующие операции: 1) произвести расчет размеров для фото-графирования или определить параметры сканирования; 2) под-

готовить картографическое изображение к фотографированию (сканированию), что имеет целью обеспечить высокое качество репродукции с картматериала.

Изготовление копий в масштабе составления производится путем фотографирования каждого листа основного картматериала в заранее рассчитанных размерах. Фотографирование производится с помощью репродукционного аппарата на фототехническую пленку. Точность установленных размеров должна находиться в заданных параметрах. При фотографировании вначале получаются негативы, затем с них контактным путем позитивные копии на фотобумаге. Изготовленные фотокопии должны соответствовать требованиям по качеству.

При электронном способе сканирования копии не выводятся. Основной картографический материал сканируется с заданными параметрами в СПО и готовится к дальнейшей обработке в СПО.

Основная цель монтажа заключается в точном совмещении идентичных линий на копии и на подготовленной основе и закреплении этих копий на основе. Перед монтажом производится предварительная подготовка каждой копии.

При электронном способе после сканирования монтаж производится в СПО, в заданных размерах, которые определяются программным способом.

С полученного оригинала монтажа изготавливают светокпии – раздельные основы, на которых непосредственно выполняется составление элементов содержания карты.

При составлении с использованием ПК выполняется оцифровка непосредственно по отсканированному, смонтированному основному картографическому материалу, приведенному к заданным размерам.

В ходе выполнения работ по составлению оригинала карты создаются технологические материалы – формуляр листа карты, при изготовлении составительского оригинала на пластике изготавливается выписка названий.

То обстоятельство, что подписи, приведенные на составительском оригинале, насчитывают от сотни до нескольких сотен наименований объектов, выполненных различными шрифтами и кеглями, требует для исключения ошибок определенной организации работы по выписке названий.

При электронном способе составления карты выписка названий не нужна, так как она записывается на электронном носителе

в соответствии с требованиями к написанию шрифтов географических названий и проверяется при корректуре.

Формуляр листа карты является технологическим документов, содержащим характеристику процессов создания оригинала.

Он включает системное собрание бланков разной формы, предназначенных для описания всех процессов, выполняемых при составлении. Они сгруппированы в разделы соответственно этапам работ.

Полученный в итоге составительский оригинал должен быть оформлен в соответствии с требованиями руководящих документов.

Под оформлением обычно понимается такой способ представления информации на составительском оригинале, который позволяет наилучшим образом отобразить объективную реальность, т. е. местность, обеспечить быстроту и легкость восприятия этой информации, не затруднить дальнейший технологический процесс.

Содержание на составительском оригинале оформляется графически и красочно.

В основе объективного отображения местности в графическом виде лежит существующая система условных знаков. В соответствии с ними оформляется составительский оригинал.

Цветовое оформление составительского оригинала имеет существенное значение, поскольку оно позволяет расчленить комплексное изображение местности на отдельные составляющие для лучшего и более объективного отображения значимости каждого элемента как в отдельности, так и во взаимосвязи с другими элементами. Именно это обеспечивает сравнимость отдельных участков местности в пределах одного листа карты и разных листов между собой.

2.4. Технология подготовки карт к изданию

Подготовка карты к изданию заключается в изготовлении комплекта издательских оригиналов карты и приложений к ним соответственно требованиям издания.

Издательский оригинал карты отвечает требованиям издания по всем показателям и предназначен для получения с него необходимых для работы копий и печатных форм для печатания тиража карты.

Общая схема подготовки карт к изданию представлена на рис. 2.8.

Издательские оригиналы отличаются от составительских высоким качеством оформления штриховых элементов карты, обеспечивающих полиграфическое исполнение элементов содержания карты.

Составительский (авторский) оригинал, на котором содержание карты воспроизведено от руки в условных знаках и шрифтах, неточно соответствующих по рисунку и цветовому оформлению установленным образцам, не пригоден для издания с него тиража полноценной карты. Для приведения его в соответствие с требованиями издания необходимо создание специальных оригиналов, которые изготавливаются в строгом соответствии с принятыми для карты условными знаками и обеспечивают высококачественное издание карты.

Поскольку основные изобразительные средства, применяемые для передачи содержания карты подразделяются на штриховые (точки, линии, внесмасштабные условные знаки, подписи); фоновые (заливки и сетки), полутоновые (отмывка рельефа), оригиналы, на которых они воспроизводятся, также подразделяются на штриховые, фоновые и полутоновые. Классификация издательских оригиналов представлена на рис. 2.9.

Штриховые издательские оригиналы по своему содержанию подразделяются на расчлененные, совмещенные, частично расчлененные.

Расчлененные оригиналы готовятся для каждого штрихового элемента, печатаемого при издании своим цветом. В зависимости от содержания, их принято называть оригиналами контура, гидрографии, рельефа и т. д.

Совмещенный оригинал воспроизводит изображение всех штриховых элементов содержания карты.

Частично расчлененный оригинал совмещает изображение двух, а иногда и большего числа штриховых элементов. Например, контур и гидрография – на одном оригинале, а рельеф – на отдельном оригинале. При частичном расчленении возможны и другие сочетания штриховых элементов.

Штриховые оригиналы создаются раньше всех остальных, поскольку их содержание служит основой для отработки оригиналов фоновых элементов и подписей. Разновидностью штриховых оригиналов являются оригиналы текстов и таблиц, печатаемых на обороте листа или на его лицевой стороне, но отдельной краской.

Общая схема подготовки карт к изданию

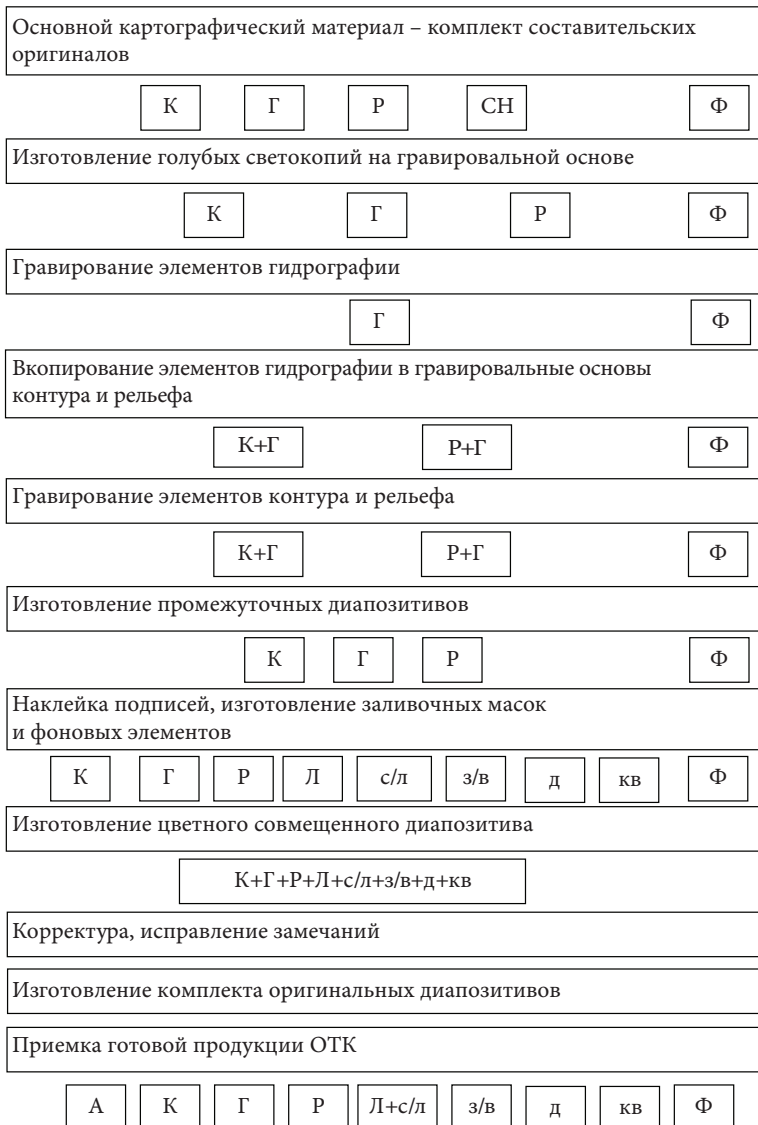


Рис. 2.8. Технологическая схема подготовки к изданию карт методом гравирования (вариант для карт масштабов 1:25000–1:100000)

Обозначения на рис. 2.8:

К – элементы контура; Г – элементы гидрографии; Р – элементы рельефа; СН – список названий; Ф – формуляр листа карты; А – абрис (совмещенный диапозитив К+Г+Р); Л+с/л – совмещенный диапозитив леса и сетки леса; Л – маска леса; с/л – маска сетки леса; з/в – маска (диапозитив) заливки воды; д – маска (диапозитив) заливки дорог; кв – маска (диапозитив) заливки кварталов; н – негатив; д – диапозитив

Оригиналы фоновых закрасок содержат изображение тех площадей, куда при издании должна быть впечатана заливка или сетка лесов, кварталов, шоссейных и улучшенных грунтовых дорог, акваторий, низкорослой растительности и т. п. Как правило, для каждого из таких элементов содержания готовят отдельный оригинал. При применении фотомеханического цветоделения возможно совмещение на одном оригинале участков заливок или сеток, печатаемых различными цветами.

Полутоновые оригиналы могут быть одноцветными и многоцветными. Примером первых могут служить оригиналы отмывки и оригиналы фотоизображения рельефа, вторых – цветные полутоновые рисунки на оригиналах туристских и школьных карт.

Общее количество оригиналов различных видов, изготавливаемых в процессе подготовки карты к изданию, зависит от красочности карты и избранной технологии и колеблется в значительных пределах от одного до восьми для крупномасштабных карт, а для мелкомасштабных 10 и более, для специальных карт издание может осуществляться в пятнадцать и более красок, отдельные

По виду основы	По технике исполнения элементов карты	По харак- теру изобра- жения эле- ментов карты	По степени расчленения элементов карты	По красоч- ности
На жесткой основе	Тушью	Штриховые	Расчленен- ные	Одноцвет- ные
На плас- тике	Гравиро- ванием	Полутоно- вые	Совме- щенные	Многоцвет- ные
На фотобу- маге	Фотографи- рованием			

Рис. 2.9. Классификация издательских оригиналов

виды специальных карт издаются в тридцать и более красок. Количество оригиналов может уменьшаться за счет совмещения отдельных элементов на одном оригинале или замены оригиналов фоновых закрасок их макетами. Во всех случаях комплект оригиналов и макетов должен обеспечивать издание карты в установленных для нее цветах.

Основными способами воспроизведения содержания на штриховых издательских оригиналах являются гравирование и цифрование.

До середины 1960 г. основным способом подготовки карт к изданию было черчение на бумаге, затем оно было вытеснено негативным гравированием. Это объясняется тем, что последний способ имеет ряд преимуществ по сравнению с первым.

Гравирование заключается в удалении непрозрачного гравировального слоя с поверхности прозрачной основы для создания разности оптических плотностей, обеспечивающих репродуцирование оригинала (рис. 2.10).

В зависимости от способа удаления слоя различают механическое, химическое, термоэлектрическое гравирование.

При механическом гравировании гравировальный слой удаляется с помощью механических гравировальных инструментов.

При химическом слой разрушается химическими реактивами в определенных границах на поверхности основы с последующим удалением продуктов реакции гравировального слоя и разрушителя (см. рис. 2.10). Если химическое разрушение слоя происходит в границах штрихового рисунка, полученного фотокопировкой, способ называют фотохимическим гравированием.

Термоэлектрическое гравирование осуществляется путем расплавления накаливаемой иглой гравировального слоя, который при этом частично испаряется, а частично вытесняется.

В результате гравирования, выполненного одним из рассмотренных способов, получается негативное изображение. В отдельных случаях возможно гравирование по светлomu неактивному гравировальному слою, нанесенному на непрозрачный пластик. В результате гравирования по такому слою получают позитивное изображение: темный рисунок на светлом фоне. Копии с таких гравюр получают фоторепродуцированием.

В настоящее время подготовка карт к изданию осуществляется электронным способом на ПЭВМ с применением специализированных картографических программ, обеспечивающих каче-

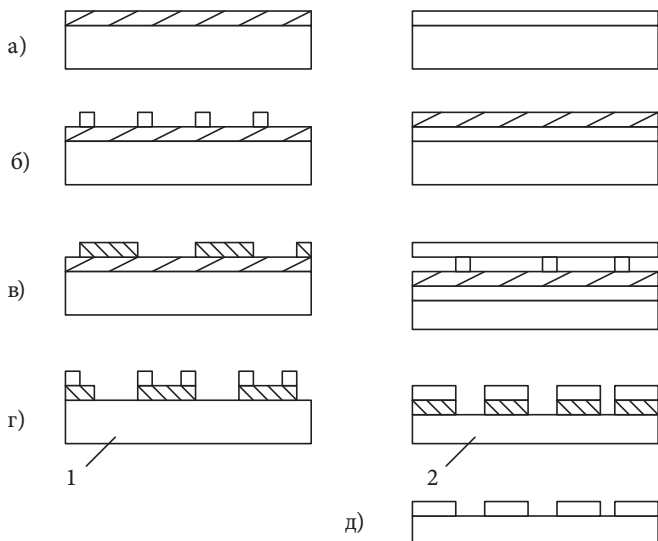


Рис. 2.10. Химическое гравирование:

а – гравировальная основа; *б* – нанесение абрисного изображения; *в* – химическое гравирование (разрушение слоя в местах заливок или сеток); *г* – удаление продуктов реакции гравировального слоя и разрушителя; *д* – проявление: *1* – удаление незадублированного копировального слоя в местах рисунка, *2* – химическое разрушение гравировального слоя в местах рисунка; *д* – снятие задублированного копировального слоя (подготовка основы для механического гравирования)

ственную подготовку карт к изданию, например СПО «Нева», «Типаж» и др.

В соответствии с руководящими документами, а также для повышения наглядности некоторые карты издаются с отмывкой рельефа. Данный способ отображения рельефа земной поверхности широко применяется как эффективное средство повышения наглядности изображения рельефа. В одних случаях она используется как дополнение к горизонталям (например, топографические карты масштаба 1:25 000 и мельче Франции и Швейцарии), в других – сочетается с горизонталями и гипсометрической раскраской (российские топографические карты масштабов 1:500 000, 1:1 000 000 и др.), в третьих – выступает как единственное средство изображения рельефа (многие мелкомасштабные общегеографические и тематические карты). Во всех этих случаях для издания

карты необходимо изготовление специального полутонного оригинала – оригинала отмывки рельефа.

Оригиналы отмывки рельефа до середины 1990-х годов изготавливались путем ручного воспроизведения полутонного изображения на непрозрачной или прозрачной основе. С развитием программно-аппаратных средств появилась возможность изготовления отмывки рельефа местности с использованием специализированных программ. В настоящее время применяется второй способ, так как ручное изготовление оригиналов отмывки рельефа на непрозрачной основе – достаточно сложный способ, требующий художественных навыков и специального обучения.

Применение современных технологий для изготовления оригинала отмывки рельефа позволило решить ряд задач, таких как создание единого стиля исполнения отмывки, однотонность соседних листов, хорошая читаемость водоразделов, избавиться от излишнего обобщения форм, нивелирования и однотонности изображения высоких и средних гор. Снизились требования к исполнителям. Если при ручном изготовлении отмывки исполнитель должен был обладать художественными навыками, знанием картографии и геоморфологии, то теперь практически все сложные вопросы реализованы в СПО.

Изготовление оригинала отмывки рельефа электронным способом выполняется в СПО, позволяющим построить на базе оцифрованных горизонталей трехмерную модель рельефа, и по ней сформировать трехмерную матрицу рельефа местности с заданными параметрами, отображающую элементы отмывки рельефа, т. е. создание тени с заданной стороны.

Полутонный оригинал рельефа, независимо от способа его изготовления, должен отвечать техническим требованиям воспроизведения при издании.

При подготовке карты к изданию, кроме штриховых и полутонных оригиналов и оригиналов фоновых закрасок, могут изготавливаться и другие материалы, необходимые для ее издания в установленном графическом и цветовом оформлении. Перечень таких материалов зависит от конкретной технологической схемы подготовки к изданию и цветового оформления, принятого для данной карты. Так, если создаваемая карта имеет специфическое цветовое оформление, изготавливают оригинал красочного оформления и красочную пробу (цифровую или аналоговую).

Оригинал красочного оформления готовится в случаях, когда для карты не существует утвержденного образца красочного оформления. Он служит эталоном для воспроизведения фоновой раскраски карты в печати. Его готовят на оттиске штриховой пробы карты путем закраски акварельными красками площадей записок и сеток. При подборе цветов красок и их насыщенности учитывают: назначение карты, необходимость наглядного отображения всех элементов содержания, гармоничность сочетания различных цветов, а также возможность воспроизведения в печати предлагаемых цветов и их сочетаний.

Создание красочного оригинала карты требует большой экспериментальной работы – обычно разрабатывается несколько вариантов красочного оформления карты с различными сочетаниями цветов, прежде чем будет найдено наиболее удачное решение.

Руководствуясь оригиналом красочного оформления, при издании карты разрабатываются способы воспроизведения каждой фоновой краски и всей красочной гаммы путем применения различных заливок, сеток и их сочетаний. В простых случаях, когда тип карты установлен, вместо красочного оригинала ограничиваются изготовлением красочной шкалы – таблицы цветов, которыми должны быть раскрашены площади на карте.

Используя оригинал красочного оформления карты, печатают красочную пробу, которая дает наглядное представление о правильности воплощения в жизнь предлагаемого красочного оформления. После редакционной проверки красочной пробы и ее утверждения дается разрешение на печатание тиража карты. Утвержденная красочная проба служит эталоном для печатания тиража.

Макеты фоновых закрасок создаются для руководства при изготовлении печатных форм заливок и сеток. Они представляют собой абрисную копию на чертежной бумаге, на которой резко контрастирующими прозрачными красками выделены площади, куда при издании должны быть впечатаны фоновые заливки и сетки. Площади заливки, линейной и точечной сетки, печатаемые при издании карты одной краской, закрашиваются различными цветами.

В зависимости от сложности содержания карты и количества различных фоновых закрасок, на которые не изготовлялись оригиналы, делается один или несколько макетов. Всегда на отдельный макет выносятся послойная окраска высотных ступеней рельефа (макет гипсометрической подложки). При гравировании

механическим способом применяется специальный комплект инструментов, позволяющий гравировать все объекты географических карт разных масштабов.

Для выполнения гравировальных и чертежных работ на картографическом производстве использовались специальные картографические столы, обеспечивающие выполнение гравировальных и чертежных работ в проходящем и отраженном свете. Технические характеристики некоторых из них приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики просветных столов, применяемых в картографическом производстве

Технические характеристики стола	Форма размеров стола	
	малый	большой
Полезная рабочая площадь (размер стекла), мм	800×630	1290×1000
Освещенность рабочей площади (стекла), лк	100–3000	100–4000
Размеры стола, мм: длина, ширина, высота	1500 750 750	1600 1200 760
Масса стола, кг	100	120
Потребляемая мощность, кВт	0,20	0,47

В картографическом производстве при подготовке карт к изданию могут изготавливаться копии негативов (диапозитивов), штриховых и фоновых элементов карты. Изготовление промежуточных технологических материалов выполняется по определенной технологии. На картографическом производстве может применяться ряд технологий; для каждого создаваемого технологического материала применяется своя технология.

При изготовлении промежуточных диапозитивов выполняют следующие технологические операции: подготовка прозрачной основы, нанесение копировального раствора, высушивание слоя, экспонирование, проявление, окрашивание, обработка дубящим раствором, промывка, высушивание, покрытие защитным слоем, повторное высушивание (рис. 2.11).

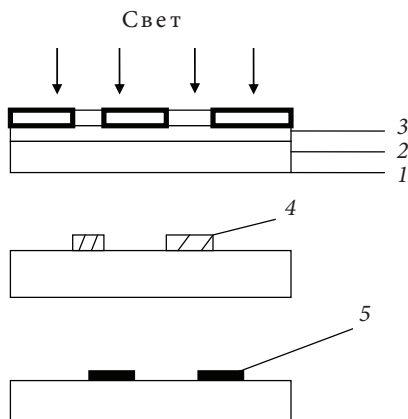


Рис. 2.11. Технологическая схема изготовления диапозитивов способом вымывного рельефа:

1 – основа; 2 – светочувствительный слой; 3 – негатив; 4 – задубленный светочувствительный слой; 5 – окрашенный светочувствительный слой

В качестве основы для изготовления копий используют недеформирующийся пластик 1. Нанесение копирующего раствора 2 производится в центрифуге. Толщина слоя зависит от вязкости раствора и скорости вращения ротора центрифуги. Экспонирование проводится при плотном контакте светочувствительного слоя и негатива 3. Экспозиция выбирается опытным путем. Она зависит от толщины светочувствительного слоя, качества негатива, расстояния светочувствительного слоя до источника света, мощности и спектрального состава излучателя. В результате экспонирования происходит частичное задубливание светочувствительного слоя 4.

Проявление проводят в воде. Проявленную копию помещают в кювету с красителем и производят окрашивание 5.

Для окрашивания могут применяться различные красители. В том случае, когда необходимо получить голубую копию, например для создания на ней фоновых элементов карты, применяют голубой краситель (рис. 2.12).

Окрашенную копию промывают холодной водой и для укрепления изображения обрабатывают раствором хромово-калиевых квасцов. Затем ее вновь промывают и покрывают защитным слоем для предохранения изображения от механических повреждений.

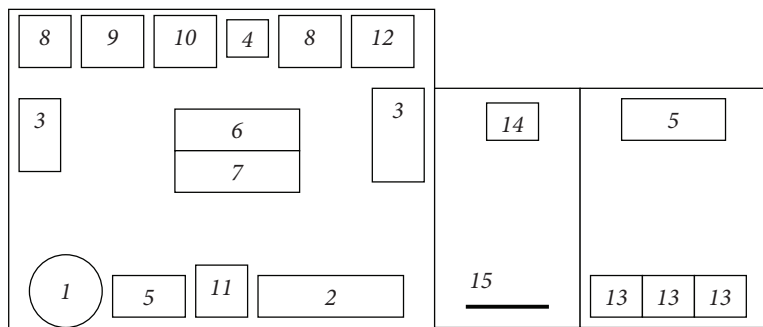


Рис. 2.12. Организация рабочего места изготовления диапозитивов (негативов) и голубых копий способом контактного копирования:

1 – центрифуга горизонтальная; 2 – центрифуга вертикальная; 3 – копировальная рама; 4 – сушильный шкаф; 5 – стеллажи; 6 – стол с нижним освещением; 7 – место для хранения готовых диапозитивов и негативов; 8 – ванны для проявления; 9 – ванна для окрашивания; 10 – ванна для промывки водой; 11 – рабочий стол; 12 – стол с вытяжным устройством для окрашивания диапозитивов (негативов) жирорастворимыми красителями; 13 – ванны для смывки пластика; 14 – установка для полива пластика коллодием; 15 – вешала для сушки пластика

Сущность способа заключается в том, что в результате избирательного дублирования светочувствительного слоя создается чередование задублинных и незадублинных участков слоя. Незадублинные участки удаляются проявлением, обнажается основа подложки или покрытие из нитроцеллюлозы.

В процессе окрашивания в результате действия растворителей краситель проникает в подложку или нитроцеллюлозу, чем объясняется формирование оптически плотного изображения. Задублинные участки будут препятствовать проникновению красителя до подложки, и после окончательной отделки они сохранятся прозрачными. Таким образом, способ позволяет с диапозитива получить диапозитив, а с негатива – негатив.

Способ включает следующие операции: подготовку прозрачной основы, нанесение светочувствительного слоя и его высушивание, экспонирование, проявление, окрашивание, удаление задублинного слоя, промывку и высушивание (см. рис. 2.11).

Способ окрашивания подложки отличается от ранее описанного составом светочувствительного слоя, проявителя и красителя.

Пластик, применяемый в качестве подложки, должен окрашиваться красителем. Если такое свойство у пластика отсутствует, его покрывают тонким слоем коллодия 2. В качестве светочувствительного слоя 3 используют хромированную камедь сибирской лиственницы. После экспонирования через диапозитив или негатив 4 проявляют концентрированным раствором хлористого кальция или другими гигроскопическими солями. Проявитель способствует набуханию, а затем и удалению незадубленных участков светочувствительного слоя и не дает набухать и растворяться задубленным участкам 5. За проявлением следуют удаление излишков проявителя с изображения, и затем окрашивание 6 (рис. 2.13).

Для окрашивания подложки или нитро пленки применяют индупиновый краситель с добавлением небольшого количества коричневого жирорастворимого спирта, растворенного в смеси. Растворители подбираются в таких соотношениях, чтобы они способствовали набуханию, а не растворению подложки или нитро пленки.

Краситель проникает в набухшую подложку и адсорбируется, в результате чего создается оптически непрозрачное изображение 6. Этот способ позволяет с диапозитива изготовить диапозитив, с негатива – негатив.

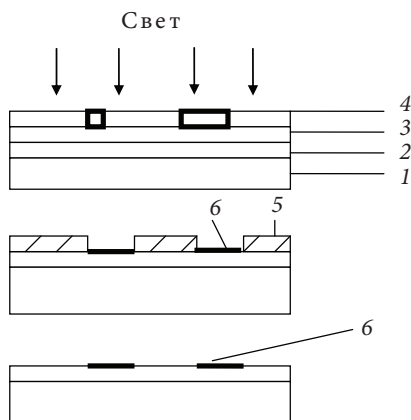


Рис. 2.13. Технология изготовления оригинальных диапозитивов способом окрашивания подложки:

1 – основа; 2 – слой коллодия; 3 – светочувствительный слой; 4 – позитив (негатив); 5 – задубленные участки светочувствительного слоя; 6 – окрашенные участки коллодия

Задубленный слой отталкивает краситель, так как свойства их разнополярные. Завершающим этапом способа является удаление задубленного слоя теплой водой или слабopодкисленным раствором.

Для получения цветных копий применяют цветные спирторастворимые красители: метиленовый голубой, сафранин, основной зеленый, хризоидин и др.

На своем этапе развития картографического производства рассмотренные технологии выполняли свою задачу, но с постоянным повышением требований к качеству выпускаемой продукции они стали постепенно отмирать. Им на смену пришли новые материалы, снизившие субъективное влияние человеческого фактора. Такими материалами стали светочувствительные пленки «Фотоконт» и «Диаконт», позволившие частично упростить технологию изготовления диапозитивов способом вымывного рельефа и крашения подложки соответственно. Рассмотрим особенности технологии изготовления диапозитивов с использованием этих материалов.

2.4.1. Особенности технологии изготовления диапозитивов с использованием светочувствительной пленки «Фотоконт»

Пленка предназначена для изготовления методом контактного копирования вторичных фотоформ, позитивных копий с картографических гравированных оригиналов, негативных копий с исходных диапозитивов.

Благодаря применению более современных материалов пленка обеспечивает получение резкого изображения, равномерного по плотности, на не подверженной деформации основе.

2.4.2. Особенности технологии изготовления диапозитивов с использованием светочувствительной пленки «Диаконт»

Пленка предназначена для изготовления методом контактного копирования штриховых и растровых дубликатов фотоформ, промежуточных картографических контактных копий и изда-

тельских оригиналов, различных прецизионных тест-объектов и т. п.

Пленка представляет собой бессеребряный фототехнический светочувствительный материал на полиэтилентерефталатной основе, чувствительный к УФ-излучению. Пленка работает по схемам негатив–негатив и позитив–позитив.

Бессеребряные светочувствительные пленки «Фотоконт – прозрачная» и «Диаконт» в последние годы получили широкое применение в картографическом производстве. Это пленки отечественного производства, политые светочувствительным слоем в стационарных заводских условиях. Обработка их после экспонирования проста и не требует от исполнителя высокой квалификации. Процесс этот легко механизуется. В настоящее время выпущена партия машин для обработки указанных пленок. Основой для нанесения светочувствительного слоя служит полиэтилентерефталатная пленка, что обеспечивает хорошие деформационные свойства.

«Фотоконт» – пленка, светочувствительный слой которой относится к разряду фотополимеризующихся материалов. Она предназначена для получения вторичных фотоформ. Пленка работает по схеме негатив–позитив (позитив–негатив), а в основе технологического процесса получения изображения лежит принцип «вымывного рельефа». Пленка предназначена для получения негативных и позитивных штриховых и растровых копий. Возможно получение совмещенных копий, изготовление диапозитивов фоновых элементов с использованием негативных масок.

Широкая зона чувствительности позволяет использовать практически все источники света: от дуговых фонарей до металлогазовой лампы.

Технологический процесс получения копий на пленке «Фотоконт» очень близок к процессу, используемому в технологии «вымывного рельефа».

«Диаконт» – пленка, основой которой служит полиэтилентерефталат; светочувствительный слой относится к разряду диазосмол. Эта пленка предназначена для получения копий, но только по схеме позитив–позитив. У нее те же преимущества, что и у «Фотоконта», но качество воспроизведения копий значительно выше. Она позволяет воспроизводить высоколинейное изображение.

Практически пленка используется для получения рабочих диапозитивов штриховых и фоновых элементов карт, промежу-

точных негативов и диапозитивов, а также для получения идентичных дубликатов-диапозитивов для одновременной печати на нескольких фабриках.

Технологический процесс получения диапозитивов на пленке «Диаконт» во многом одинаков с рассмотренным выше, но имеет существенные различия. Процесс подготовительных работ и экспонирования одинаков. Проявление осуществляется водно-щелочным раствором в качающейся кювете. Проявление возможно также в специальных проявочных машинах.

Особенности технологии изготовления фотоформ с использованием пленок «Фотокопт» и «Диаконт» обуславливают организацию рабочего места и состав работ, выполняемый при реализации технологии.

Необходимым элементом содержания любой карты являются подписи показываемых на карте объектов, их количественные и качественные характеристики. Подписи размещаются, как правило, на штриховых оригиналах или копиях с оригиналов (диапозитивах), если они печатаются тем же цветом, что и соответствующий штриховой элемент. В отдельных случаях изготавливают оригиналы подписей, которые могут размещаться на прозрачной или непрозрачной основе.

Оригиналы подписей являются разновидностью штриховых оригиналов. Оригиналы текста и таблиц, создаваемые для некоторых тематических карт, печатаются на обороте листа карты или на листе, свободном от картографического изображения.

Необходимость создания отдельного оригинала подписей возникает для мелкомасштабных карт, имеющих большую нагрузку содержания и большое количество подписей, а также в зависимости от принятой технологии подготовки карты к изданию.

Для топографических и обзорных карт, в отличие от общегеографических и тематических карт, отдельный оригинал подписей, как правило, не создается. Подписи каждого элемента содержания помещаются на соответствующем издательском оригинале.

Издательские оригиналы подписей названий раньше изготавливались на голубой копии, полученной на пластике с составительского (издательского) оригинала, в настоящее время оригиналы подписей создаются при оцифровке оригинала карты в СПО.

На оригинале подписей помещаются подписи названий населенных пунктов, орографических подписей, названий карт, карт-врезок, пояснительный текст на карте, названия диаграмм, таблиц, текст в легендах, а также объекты, печатающиеся в изда-

нии черным цветом. Последовательность и порядок размещения подписей определяются в редакционном плане и связаны с технологией оформления карты.

Подписи для оригиналов на прозрачных пластиках изготавливались на картографической фотобумаге со съёмным слоем. Для изготовления подписей названий фотографическим путем на картографических предприятиях использовались ручные фотонаборные установки типа ФН-2, ФН-3М (СССР), полуавтоматические фотонаборные установки типа Диатаип (Англия), фотонаборные автоматы типа ФА-1000 (СССР) в фотонаборном комплексе «Каскад» (СССР).

Применение каждой технологии определяет требования к оборудованию рабочего места и выполняемому составу работ, поэтому в производство внедряются только полностью отработанные и подготовленные в техническом плане технологии (рис. 2.14).

В настоящее время в связи с развитием программно-аппаратных средств допечатной подготовки были разработаны программные средства, обеспечивающие выполнение работ по подготовке карт к изданию. К таким специализированным программам можно отнести СПО «Нева», «Панорама», «ArcGis», «MapInfo» и др.

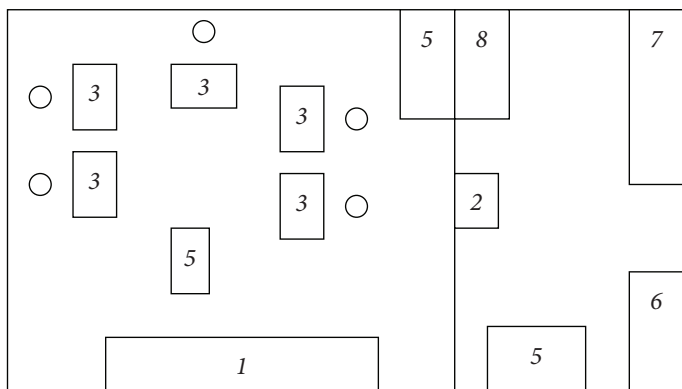


Рис. 2.14. Схема организации рабочего места изготовления различных картографических подписей, названий и условных знаков на фотонаборных установках и контактном пневматическом станке:

1 – фотонаборная установка; 2 – контактный пневматический станок; 3 – столы для набора с выдвижными кассами фотолитер; 4 – шкаф-реал с фотонаборными кассами; 5 – рабочие столы; 6 – ванны для проявления, фиксирования и промывки фотоотпечатков; 7 – стеллажи для сушки

Все перечисленные программные средства – это геоинформационные системы, предназначенные для создания и редактирования электронных карт, а также подготовки карт к изданию.

При подготовке карт к изданию основной функцией СПО является подготовка векторных карт в соответствии с действующими нормативными документами или требованиями заказчика для последующего издания средствами полиграфии.

2.4.3. Технология создания электронных карт по картографическим материалам

Технология подготовки карт к изданию с использованием специализированного программного обеспечения реализуется на следующих программно-аппаратных средствах: персональный компьютер совместимый с IBM PC, SVGA дисплей и адаптер, устройство «мышь», Windows, не ниже 95, принтер, плоттер.

Для наиболее эффективного использования технических средств целесообразно устанавливать одно растросканирующее устройство на 10 ПЭВМ (рис. 2.15).

Состав комплекса:

- PM0 – рабочее место руководителя структурного подразделения;
- PM1 – выполнение сканирования исходного картографического материала;
- PM2 – выполнение подготовительных работ;
- PM3–8 – векторизация растрового изображения;
- PM9 – контроль и редактирование электронных издательских оригиналов;
- PM10 – изготовление комплектов фотоформ.

В качестве исходных картографических материалов могут использоваться любые материалы (расчлененные по цветам оригиналы на пластиковой основе, тиражные оттиски карт).

Состав используемых оригиналов карт зависит от масштаба и вида исходных картматериалов и требований заказчика.

По данной технологии могут работать лица, имеющие среднее специальное образование в области картографии, фотограмметрии и геодезии, имеющие навыки работы с ПЭВМ в качестве пользователей и прошедшие краткий курс обучения использования данной технологии.

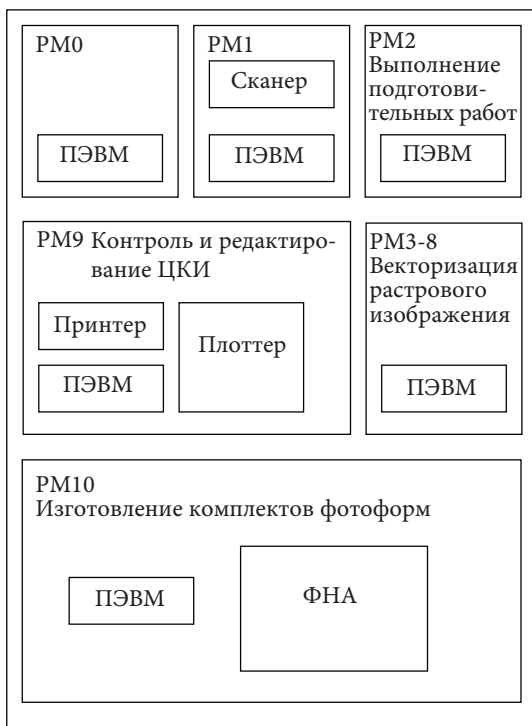


Рис. 2.15. Схема расположения технических устройств комплекса изготовления электронных издательских оригиналов

Наиболее важным участком в данной технологии является подготовка классификаторов. Для решения этой задачи целесообразно назначить должностное лицо, ответственное за подготовку и ведение классификаторов, создание моделей векторизации, определение параметров обработки.

В ходе редакционно-подготовительных работ (РПР) уточняется технология выполнения работ в соответствии с требованиями заказчика, наличие исходных материалов и степень их использования.

Технология создания и обновления издательских оригиналов карт может применяться и для приведения устаревшей структуры цифрового описания к установленным требованиям и информационного картографического обеспечения (табл. 2.2).

**Типовая технологическая схема
подготовки карты к изданию с использованием
специализированного программного обеспечения**

№ п/п	Технологические этапы и процессы
1	Редакционно-подготовительные работы
2	Входной контроль
3	Подготовительные работы
4	Преобразование исходной аналоговой информации в растровую форму
5	Трансформирование растровых изображений
6	Создание математической и геодезической основы
7	Векторизация объектов электронного издательского оригинала
8	Вывод корректурного плоттерного оттиска
9	Корректурa, исправление исполнителем корректурных замечаний
10	Вывод контрольного плоттерного оттиска
11	Изготовление комплекта фотоформ
12	Приемка начальником подразделения
13	Приемка ОТК
14	Выдача потребителю
15	Хранение

Изучение особенностей подготовки карты к изданию производится путем просмотра наиболее характерного или всего исходного материала с пробным цифрованием, а при необходимости и созданием образцового листа.

В результате РПР создаются РТУ, в которых обязательно отражаются особенности технологической схемы применительно к картографируемому району работ. Содержание РТУ определяется руководящими документами.

Входной контроль осуществляется в соответствии с руководящими документами по контролю качества.

Подготовительные работы выполняются в соответствии с технологической схемой. Их конкретное содержание зависит от готовности исполнителя к предстоящим работам и его квалификации.

Преобразование исходной картографической информации в растровую форму выполняется посредством сканирования исходных материалов, осуществляемое на растросканирующем устройстве. В результате получают исходный материал в растровом представлении в заданном формате.

В ходе контроля качества растрового представления определяется пригодность полученного растрового изображения для дальнейшей обработки. При необходимости выполняется повторное сканирование.

Математическая основа создается в результате выполнения соответствующих процедур, геодезическая – при помощи электронного каталога (списка) координат геодезических пунктов или по растровому изображению.

Трансформирование растрового изображения выполняется по рамке листа (в зависимости от масштаба создаваемой электронной карты) или по рамке и трансформационным точкам.

Контроль точности растрового представления оценивается визуально при совмещении с математической основой карты.

При необходимости производится дополнительное трансформирование растрового изображения с использованием опорных точек.

Векторизация (направление изображения) объектов карты производится по растровому изображению. Выполняется полуавтоматическим и ручным способом.

Технология выполнения векторизации (применение полуавтоматической векторизации) и создания объектов карты зависит от вида исходного материала и его нагрузки.

Оцифровка элементов содержания выполняется в соответствии с требованиями основных руководящих документов.

Контроль векторизации производится полуавтоматически при выполнении контрольных процедур.

По окончании работ исполнители проверяют выполненную работу. Точность и полнота выполненной векторизации проверяется путем визуального сравнения полученной карты и совмещенного с ней растрового изображения исходного материала.

Точность векторизации оценивается по отклонениям изображения объектов карты относительно их изображения на исходном материале.

Контроль полноты, точности и достоверности осуществляется инженерно-техническим составом и наиболее подготовленными исполнителями (техниками-картографами) визуально и при помощи программных средств.

Сводка с соседними картами производится в соответствии со схемой сводок, создаваемой на этапе редакционно-подготовительных работ в последовательности, определенной технологической схемой.

Приемка работ осуществляется в соответствии с руководящими документами начальником (редактором, инженером) подразделения.

Заключительным этапом является приемка выполненной работы ОТК.

В задачи диспетчеризации входит отслеживание графика выполнения работ по технологическим этапам, работы по ведению временного информационного архива, своевременное доведение до исполнителей необходимой информации.

В целях обеспечения сохранности ЦКИ на КП организуется временный информационный архив, в который помещаются электронные издательские оригиналы и исходные материалы в цифровом виде. В архив помещается для кратковременного хранения отсканированная информация. Длительному хранению подлежат готовые карты и другая информация. Порядок работы информационного архива определяется руководящими документами или внутренними инструкциями. Готовая продукция передается заказчику.

2.5. Технология издания карт

Издание топографических документов является завершающим этапом в общем комплексе работ по созданию этих документов. Под процессом издания понимается воспроизведение карт в массовом количестве.

Картоиздательская деятельность требует широких знаний в области различных отраслей науки и техники: химии, физики, математики, механики, картографии, полиграфии, информатике, электронике.

Издание любого картографического документа может выполняться двумя способами: полиграфическим или фотографическим.

Наибольшее распространение получил полиграфический способ издания карт. Комплекс картоиздательских работ включает в себя: фоторепродукционные, светокопировальные, формные и печатные процессы (рис. 2.16).

Под фоторепродукционными работами понимается процесс репродуцирования оригиналов фотографическим способом, изготовления негативов или диапозитивов с составительских или издательских оригиналов карт или фотодокументов.

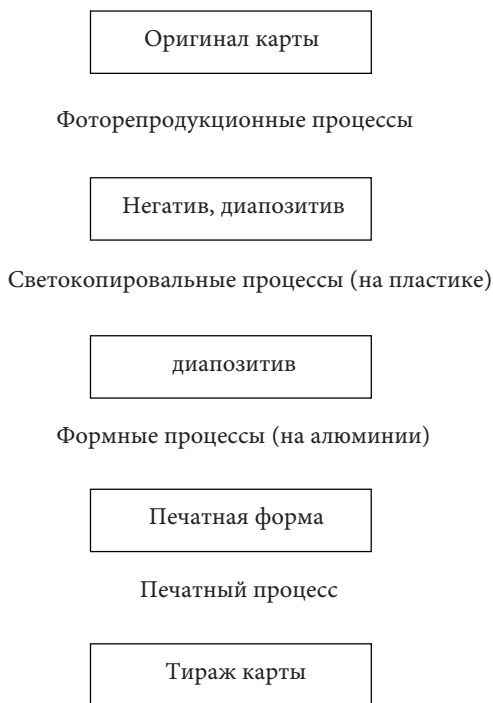


Рис. 2.16. Основные процессы, выполняемые при издании карт

Светокопировальные процессы включают в себя изготовление на светокопировальном оборудовании диапозитивов (негативов) на пластике, на бессеребряных светочувствительных слоях.

Формные процессы включают в себя изготовление на копировальном оборудовании печатных форм на алюминиевых пластинах.

Печатные процессы включают непосредственное печатание карт на офсетных печатных машинах в одну и более красок. Общая технология издания карт представлена на рис. 2.17.

Фотографические процессы выполняются для изготовления с издательских оригиналов карт штриховых, полутоновых, растровых негативов и диапозитивов путем проекционного фотографирования или контактного копирования на светочувствительные слои, содержащие галогениды серебра.

Фотографический процесс включает две стадии – экспонирование и химико-фотографическую обработку фотоматериала.

К фоторепродукционному оборудованию, применяемому на картографическом производстве, относятся фоторепродукционные фотоаппараты и контактно-копировальные станки.

На картографическом производстве, в зависимости от его специализации, применяются следующие виды фоторепродукционных фотоаппаратов: напольные, подвесные, вертикальные, горизонтальные, одно- и двухкомнатные.

Контактно-копировальные устройства предназначены для изготовления с негативов – диапозитивов (растровых диапозитивов) на фото пленке в масштабе 1:1, а также копий на фотобумаге способом контактного копирования. Для фоторепродукционных работ применяются фототехнические пленки.

Химико-технологическая обработка фототехнических пленок включает следующие процессы: проявление, промывка в проточной воде, фиксирование, промывка в проточной воде, сушка.

В соответствии с рассмотренными стадиями фоторепродукционных работ и химико-технологическим процессом обработки фотоматериала на картографическом производстве оборудуются соответствующие рабочие места.

Как правило, на картографическом производстве используется следующее фоторепродукционное оборудование: ФАП-2, ФАП-3, ФАП-3М, АХЦ-78К и др.

Для изготовления печатных форм применяется светокопировальное оборудование. В общем случае светокопировальные процессы предназначены для изготовления копий на пластиках,



Рис. 2.17. Общая технология издания карт

металлах и бумаге путем копирования на светочувствительные слои. При издании карт светокопировальные процессы предназначены для изготовления диапозитивов или негативов и печатных форм (рис. 2.18).

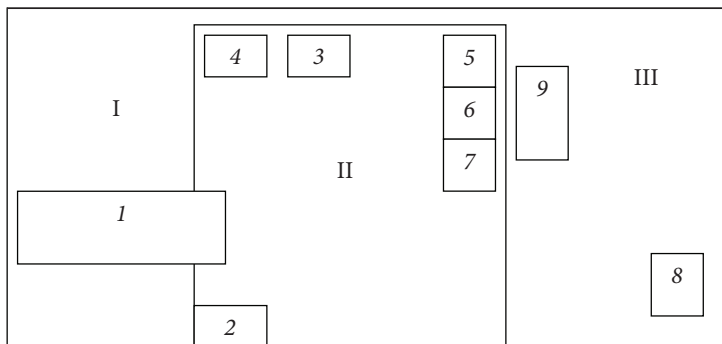


Рис. 2.18. Схема организации рабочего места при изготовлении негативов (диапозитивов) на бромосеребряных слоях на фотопленке:

I – светлая комната: 1 – двухкомнатный фоторепродукционный аппарат; II – темная комната: 2 – стол для хранения новых и отработанных оригиналов; 3 – стол для нарезки пленки; 4 – шкаф для хранения пленки; 5 – ванна для проявления; 6 – ванна для промывки; 7 – ванна для фиксирования; III – светлая комната: 8 – стол для просмотра качества негативов; 9 – сушильный шкаф

Общая технологическая схема изготовления печатных форм представлена рис. 2.19.

Основное копировальное оборудование, применяемое на картографическом производстве

Центрифуги предназначены для нанесения копировального слоя (горизонтальные и вертикальные). Основа – вращающаяся рама, на которой закрепляется копировальная основа (пластик или печатная форма). При вращении основы на ее середину наливается копировальный раствор, который под действием центробежных сил равномерно растекается по всей площади. В центрифуге установлен обогреватель для сушки копировального слоя.

Проявочное оборудование – это проявочные машины, предназначенные для химико-технологической обработки отэкспонированного материала (пластика или алюминия), качающиеся кюветы, просмотрные столы, столы для обработки пластины, место для сушки печатной формы (рис. 2.20–2.24).

Перед изготовлением печатных форм алюминиевую пластину необходимо подготовить, т.е. подготовить ее поверхность к нанесению изображения. Это достигается посредством зернения

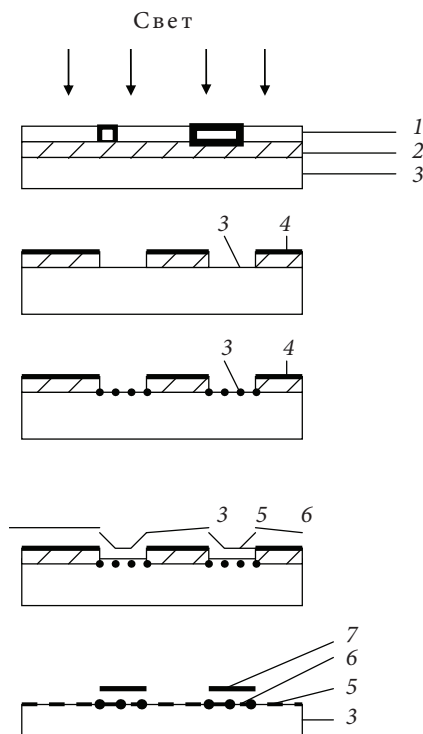


Рис. 2.19. Общая технологическая схема изготовления печатных форм:

1 – диапозитив; 2 – незадублированный слой; 3 – алюминиевая пластина; 4 – задублинные участки светочувствительного слоя; 5 – лак; 6 – тинктура; 7 – пробельные элементы

пластины, осуществляемого двумя способами: механическим и электрохимическим.

Технологию печатных процессов при издании карт можно подразделить на два основных этапа по типу используемого печатного оборудования: первый – печать оттисков редакционной корректуры и красочных проб; второй – печать тиража карты.

Печать оттисков редакционной корректуры и красочных проб производится на пробопечатных станках. На них печатаются малые тиражи в одну краску количеством до 500 экземпляров, а на механизированных станках – тиражи карт до 200 экземпляров.

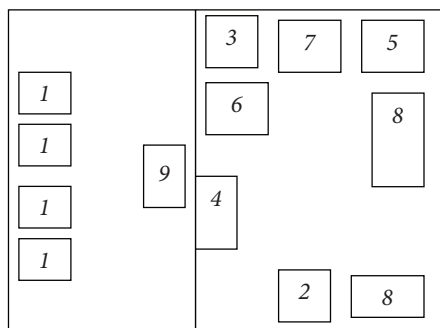


Рис. 2.20. Организация рабочего места – зернение алюминиевых пластин:

1 – зернильные машины; 2 – сушильный шкаф с электронагревателем; 3 – раковина-мойка с укрепленной над ней механической щеткой; 4 – вертикальная раковина-мойка с подводкой воды; 5 – станок для выравнивания пластин; 6 – ванна для травления пластин; 7 – деревянный стол; 8 – стеллажи-шкафы для хранения пластин; 9 – ящик с абразивом

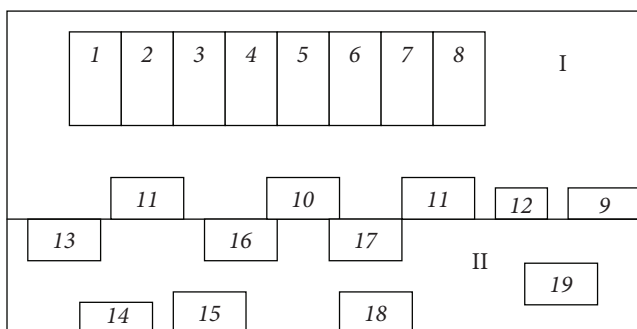


Рис. 2.21. Организация рабочего места зернения алюминиевых пластин для офсетной печати электрохимическим способом:

I – линия электрохимического зернения: 1 – ванна-наполнитель; 2 – ванна для обработки пластин щелочью; 3 – ванны для промывки; 4 – ванна для обработки кислотой; 5 – гальванованны; 6 – ванна для оксидирования пластин; 7 – сушильный шкаф; 8 – место для навешивания и снятия пластин с держателей; 9 – стол для просмотра пластин; 10 – шкаф для хранения растворов; 11 – стеллажи для хранения готовых пластин; 12 – стол деревянный; II – участок подготовки пластин: 13 – место для хранения пластин, бывших в употреблении; 14 – каландр для выравнивания пластин; 15 – стеллаж для хранения пластин после их выравнивания, стол для просмотра пластин; 16, 17 – место для установки бракованных пластин; 18 – стеллаж для хранения новых пластин; 19 – стеллаж для хранения просмотренных пластин

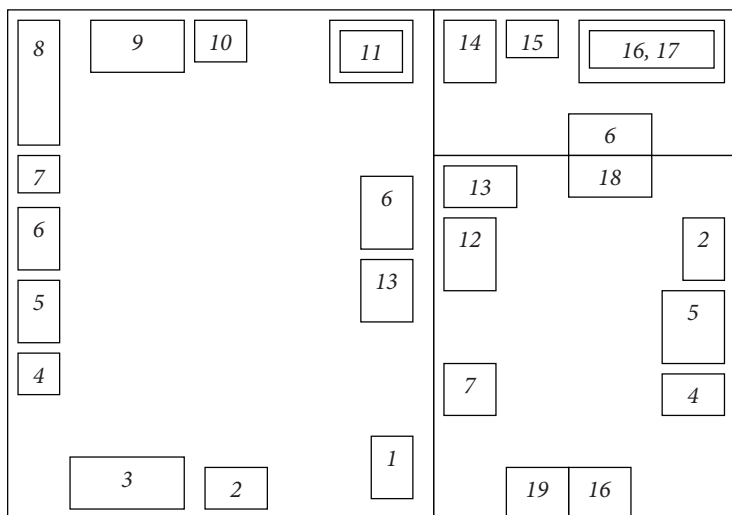


Рис. 2.22. Организация рабочего места изготовления офсетных печатных форм на алюминиевых пластинах фотомеханическим способом:

1 – стеллаж для пластин; 2 – стеллаж для диапозитивов (негативов); 3 – центрифуга; 4 – рабочие столы; 5 – копировальные рамы; 6 – ванны для проявления; 7 – сушильные шкафы; 8 – стол для покрытия лаком рисунка; 9 – ванны для удаления задубленного слоя; 10 – стол-тумбочка для растворов; 11 – стол для нанесения краски и декстрина; 12 – столы для просмотра качества печатных форм; 13 – стеллажи для готовой продукции; 14 – стол для подготовки пластин; 15 – стол-тумбочка для хранения светочувствительных растворов; 16 – вертикальная центрифуга с бортовыми отсосами для нанесения диазосоединения «Продукт 30 (27)»; 17 – вытяжное устройство; 18 – двухкомнатный светонепроницаемый шкаф для хранения политых пластин; 19 – стол для нанесения черной краски и декстрина

При печати оттисков редакционной корректуры и красочных проб на пробопечатных станках выполняются следующие технологические процессы: подготовка печатной формы, бумаги и краски; печать оттисков.

Печать тиража карты производится на офсетных печатных машинах.

При этом выполняются следующие технологические процессы: подготовка бумаги к печати, подготовка краски к печати, печать контрольных оттисков, печать тиража.

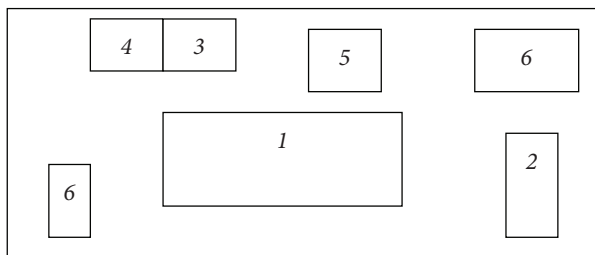


Рис. 2.23. Организация рабочего места изготовления машинных печатных форм и голубых абрисов (бледных) способом перевода (переброски) на офсетном станке:

1 – пробопечатный офсетный станок; 2 – стол (шкаф) с валиками для подготовки и раската краски, а также для хранения красок и смывочных материалов; 3 – стол-мойка для отделки оригинальных и машинных форм; 4 – раковина-мойка; 5 – рабочий стол для шкал, бумаги и т. п.; 6 – стеллажи для пластин форм

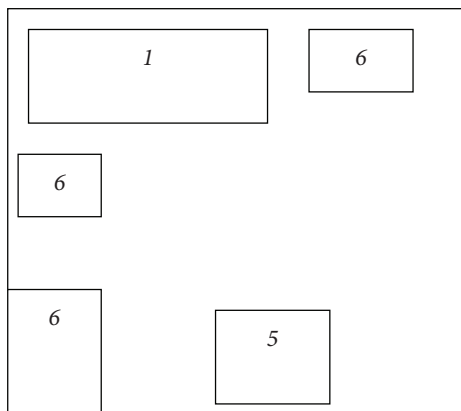


Рис. 2.24. Организация рабочего места – отделка печатных форм после копирования, исправления и заливок, сделанных вручную:

1 – стол-мойка для отделки печатных форм; 2 – стол (шкаф) с валиками и красочной плитой для подготовки и ската краски, а также для хранения красок и смывочных материалов; 3 – раковина-мойка; 4 – сушильный шкаф; 5 – стеллажи для печатных форм; 6 – стеллаж для пластин форм

При издании карт выполняются работы по послепечатной обработке тиража карт. Они включают следующие процессы: сортировку, разрезку, счет, упаковку и др. (рис. 2.25).

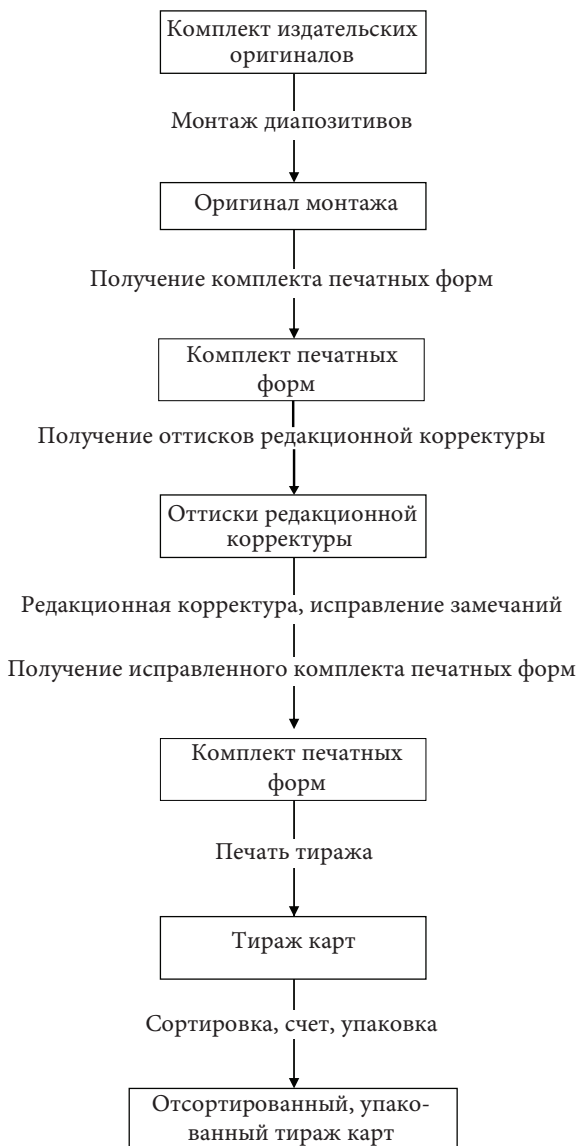


Рис. 2.25. Общая схема издания карт

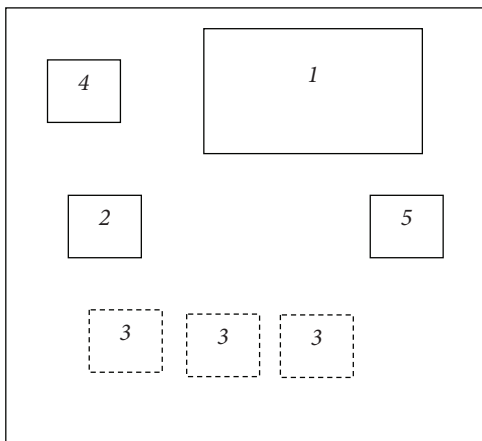


Рис. 2.26. Организация рабочего места подрезки сторон и разрезки отпечатанной продукции:

1 – одноножевая бумагорезательная машина; *2* – стол для сталкивания листов карт и бумаги; *3* – места для платформ; *4* – шкаф (тумбочка) для хранения инструментов; *5* – урна для отходов бумаги

В связи с тем что издание карты является очень сложным и многоплановым процессом, в котором задействовано большое количество людей разного уровня и квалификации, издание карты должно производиться в соответствии с планом, в котором четко прописаны все технологические особенности издания карты данного вида. Таким документом на картографическом производстве является технологический план издания карты, а вид работ, направленный на обеспечение качества создания карт и атласов, – техническое редактирование.

Техническое редактирование – один из основных видов работ при издании карт и атласов. Оно предусматривает разработку технологии издания карты с учетом экономической эффективности, требований к качеству издания карт, организации всех работ, техническое руководство и систему контроля качества процессов издания карт. Техническое редактирование учитывает все особенности подготовки издательских оригиналов, число печатных красок, особенности изготовления печатных форм, тираж карт и другие вопросы, возникающие при издании карт (рис. 2.26–2.30).

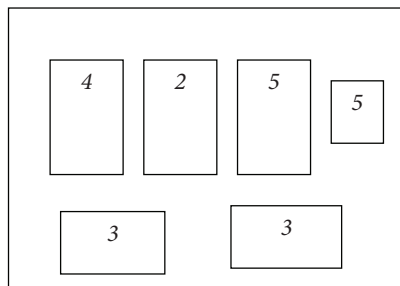


Рис. 2.27. Организация рабочего места приемки отпечатанной продукции:
 1 – платформы с отпечатанной продукцией; 2 – шкаф (сейф) для хранения документации и машинного брака; 3 – платформа для принятой продукции;
 4 – транспортная тележка (автокар)

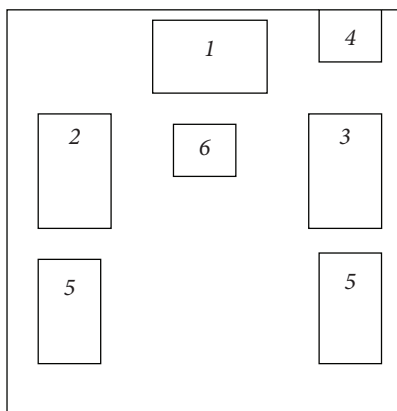


Рис. 2.28. Организация рабочего места сортировки отпечатанной продукции:

1 – стол для сортировки отпечатанной продукции; 2 – стол для несортированной продукции; 3 – стол для счета отсортированной продукции; 4 – шкаф для хранения подписных и обязательных экземпляров отпечатанных карт; 5 – стеллажи для отсортированной продукции; 6 – стул

Основным этапом технического редактирования при издании карт и атласов является разработка технологического плана издания (ТПИ), основой для разработки которого служит предварительный технологический план создания карты. В ТПИ учиты-

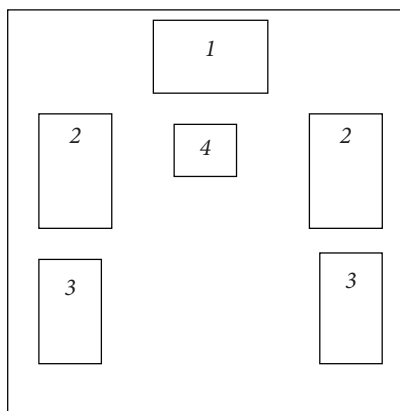


Рис. 2.29. Организация рабочего места счета отсортированной продукции:
 1 – стол для счета отсортированной продукции; 2 – столы для укладки годной продукции и брака после счета; 3 – стеллажи для сосчитанной продукции;
 4 – стул

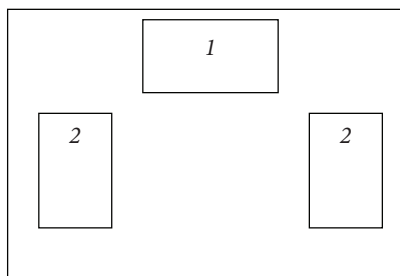


Рис. 2.30. Организация рабочего места упаковки отпечатанной картографической продукции:
 1 – стол для упаковки отпечатанной продукции; 2 – стеллаж с полуфабрикатами для упаковки; 3 – стеллаж для упакованной продукции

вается не только технология создания карты, но и объем работы, расход материалов и себестоимость готовой продукции. ТПИ включает: общие сведения о карте, график тонового оформления, задания производственным подразделениям: задание цеху подготовки печатных форм на изготовление комплекта печатных форм, задание печатному цеху на печать тиража карт, задание на послепечатную обработку тиража карт.

Для выполнения работ по техническому редактированию в картоиздательском производстве создано специализированное подразделение – отдел технической редакции (ОТР). ОТР отводится ведущая роль в вопросах издания карт, поэтому он укомплектовывается наиболее подготовленными специалистами в области издания карт.

2.6. Обновление топографических карт

Одной из важнейших задач картографических предприятий является создание и доведение до потребителя карт, отвечающих современному состоянию местности. Это главное качество картографической продукции обусловлено спецификой использования карт при решении различных задач.

Для решения задач государственного управления необходимы современные карты, передающие состояние местности на период их составления. Но на местности постоянно происходят изменения: создаются новые населенные пункты, строятся дороги, водохранилища, вырубаются леса, переименовываются объекты и т. п.

А так как карты являются основным источником информации о местности, то приведение содержания карт в соответствие с современным состоянием местности – задача общегосударственного значения.

Процесс возрастающего несоответствия содержания топографической карты современному состоянию местности называется физическим старением карты.

К сожалению, этот процесс неотвратим и действует постоянно. Наряду с физическим старением происходит также и моральное старение карты. Сущность его заключается в том, что в связи с непрерывным возрастанием и изменением требований к картам происходит изменение отдельных элементов ее содержания. Изменяются математическая основа, условные знаки, шрифтовое и красочное оформление. Следствием этого является переработка основных руководящих документов по созданию карт – Наставлений, Руководств, Условных знаков, образцов и др. Карты, изданные до утверждения данных документов, рассматриваются как не в полной мере соответствующие требованиям и, следовательно, морально устаревшие.

Для устранения недостатков, вызванных физическим и моральным старением карт, выполняется их обновление.

Обновление топографических карт представляет собой комплекс процессов, выполняемых в целях приведения содержания карты в соответствие с современным состоянием местности и выпуска нового издания карты.

Поддержание соответствия содержания карт действительно состоянию местности достигается периодическим внесением в них изменений, происшедших после съемки (предыдущего обновления).

Оно может осуществляться двумя методами: обновлением и оперативным исправлением.

Комплекс работ по обновлению топографических карт обычно включает:

- определение степени современности карт данного района и каждого конкретного листа для получения данных для перспективного и текущего планирования работ по обновлению карт, подготовки задания на аэрофотосъемку и выбора оптимальной технологии обновления;
- обновление первичной топографической карты;
- обновление производных топографических карт.

При необходимости быстрого доведения до потребителя сведений об изменениях местности прибегают к оперативному исправлению.

Существующие различные системы обновления карт

Под системой обновления карт понимается комплекс мероприятий, включающий в себя анализ современности карты, принятие решения на необходимость обновления карты, выбор метода обновления, обновление и переиздание карты.

В настоящее время в мировой практике существует две основные системы обновления: периодическое и непрерывное.

В нашей стране и большинстве развитых иностранных государств применяется периодическая система обновления, которая предусматривает исправление оригиналов и переиздание карт через определенные промежутки времени по мере фактического старения карт.

Одним из наиболее важных и сложных вопросов при использовании этой системы является определение оптимальных сроков обновления карты. Как показывает практика, эти сроки зависят от интенсивности изменений местности, важности для государственного хозяйства этих изменений, степени современности, а также от экономического значения района, масштаба карты и ее качества.

Принято считать, что необходимость обновления карты наступает тогда, когда ее содержание настолько устаревает, что по ней трудно решать задачи, для которых она предназначена – ориентирование, производство измерений, постановка задач управления, планирование развития населенных пунктов, развитие системы кадастра объектов недвижимости, развитие системы земельного, водного, лесного кадастра и других задач.

Периодичность обновления топографических карт для каждого района устанавливается в соответствии со схемой районирования территории, разрабатываемой в центральных редакционных органах, а также в соответствии с экономической значимостью территории.

В Российской Федерации для наиболее важных районов (города, приграничные районы, места добычи полезных ископаемых и т. п.) обновление производится через 5–10 лет, а на остальные районы через 15 и более лет. В США на важные районы обновление проводится через 5–6 лет, прочие – через 10–15 лет, в Канаде на важные районы – через 3–5 лет, прочие – по мере необходимости. На практике в РФ обновление наиболее динамично развивающихся регионов и таких городов, как Москва, Санкт-Петербург, производится гораздо чаще: в Москве – аэрофотосъемка производится каждый год, в Санкт-Петербурге – каждые два года.

Для реализации периодической системы обновления необходимыми элементами являются научно-обоснованное районирование территорий по срокам обновления карт всех масштабов, установление цензовых критериев для обновления и выбор наиболее рациональной технологии, четко организованная система сбора, учета и анализа изменений местности, планирование и организация работ.

Очевидно, что одна и та же карта не может обновляться бесконечно. Каждое новое исправление неизбежно влечет за собой накопление мелких погрешностей. Кроме того, с течением времени карта стареет и морально. Поэтому после нескольких обновлений (примерно 2–4) возникает необходимость постановки новой топографической съемки.

Наряду с периодической системой существует непрерывная система обновления, правда, широкого распространения она не получила из-за своей трудоемкости и значительных экономических затрат. В ее основе лежит постоянная и точная фиксация на карте всех изменений сразу после их появления (как правило, методом инструментальной съемки). По мере накопления изменений лист

карты переиздается. Наиболее широкое применение эта система получила в Великобритании. Вся территория этой страны покрыта картами 1:1250 и 1:2500, оригиналы которых представляют собой стандартные планшеты, закрепляемые за определенными должностными лицами (причем должность, как правило, передается по наследству). Эти лица постоянно проживают на закрепленной за ними территории и следят за изменениями, происходящими на местности. Возникшие изменения сразу наносятся на планшеты, вычерчиваются издательским черчением. В результате оригинал постоянно является современным и в любой момент может быть переиздан.

При всех плюсах этой системы она не может быть реализована в масштабе нашей страны с ее огромной территорией. Правда, отдельные ее элементы имеют место в работе региональных и территориальных топографо-геодезических служб, картографических предприятий, Управлений государственного геодезического надзора ФАГиК, где ведутся дежурные карты, на которые вносят происшедшие изменения на местности. Однако точность этих работ не очень высока, а дежурные карты в основном служат для оценки степени изменений и планирования работ.

В Российской Федерации в полном виде непрерывная система обновления реализована только гидрографической службой Военно-морского флота для морских навигационных карт, которые выдаются потребителям исправленными на день выдачи и при оперативном исправлении.

Решение вопроса о производстве обновления карт складывается из ряда факторов, основные из которых следующие:

- количество происшедших на местности изменений;
- важность изменившихся элементов (например, при изменении государственной границы лист обновляется обязательно);
- состояние планово-высотной основы обновляемой карты, определяющей точность карты;
- важность территории в отношении государственной безопасности. В первую очередь обновляются приграничные листы и листы, покрывающие территорию, на которую по планам органов военного управления страны требуется постоянно иметь современную карту;
- морально устаревшие карты (выполненные в старых условиях) обновляют одновременно с переоформлением.

При выборе метода обновления большое значение имеют факторы технического порядка:

- при обновлении производится исправление старых издательских оригиналов, а поэтому они должны отвечать техническим требованиям, определяющими качество диапозитивов для издания карты;
- так как изготовление издательских оригиналов – процесс дорогостоящий и трудоемкий, то желательно максимально сохранить результаты ранее затраченного труда, т. е. максимально сохранить не изменившиеся диапозитивы.

Учитывая все вышеизложенное, на картографических предприятиях приняты следующие методы обновления карт:

- камеральное исправление оригиналов карт по материалам космической или аэрофотосъемки с использованием дополнительных и справочных материалов с последующим полевым исправлением или без него;
- исправление оригиналов карт по картографическим материалам.

В качестве оригиналов для исправления привлекаются абрисные (расчлененные) копии с издательских оригиналов – одноцветные или двухцветные двухсторонние или репродукции фотопланов (плакат).

Обновление карты по точности, полноте содержания и оформлению должны полностью отвечать требованиям руководящих документов независимо от числа обновлений.

При обновлении топографических карт могут выполняться следующие работы:

- подготовительные, включающие сбор, систематизацию, учет и оценку качества материалов для обновления;
- камеральное исправление абрисных (расчлененных) копий с издательских оригиналов;
- полевое обследование камерально исправленных оригиналов.

Технология обновления карт базируется, в основном, на тех материалах, инструментах, приборах и технологических процессах, которые применяются в технологии составления и подготовки карт к изданию.

Основными способами обновления топографических карт на картографических предприятиях являются (рис. 2.31, 2.32):

- исправление оригинальных диапозитивов элементов содержания карт прежнего издания по изготовленным оригиналам обновления без компьютерной обработки сохранившихся элементов содержания;

1	Подготовка к использованию издательских оригиналов обновляемых карт
2	Подготовка к использованию картматериалов, по которым производится обновление
3	Перенесение изменений местности с картматериалов на абрисную копию издательских оригиналов (создание оригинала обновления)
4	Подготовка обновленной карты к изданию

Рис. 2.31. Принципиальная схема обновления оригиналов карт

- исправление абрисной копии издательского оригинала карты прежнего издания с последующей компьютерной обработкой всех или отдельных элементов содержания;
- частичное или полное пересоставление всех или отдельных элементов содержания с последующей компьютерной обработкой.

Эти виды работ выполняются по нескольким технологическим схемам. Конкретная технология обновления устанавливается в зависимости от количества вносимых изменений (степени современности карты), вида исходных (основных) картматериалов, моральной устарелости карты, наличия времени, технических средств, применяемого программного обеспечения и квалификации исполнителей.

В технологическом отношении сущность обновления заключается в исправлении имеющегося картографического материала в цифровом или аналоговом виде и получение нового картографического материала в цифровом и аналоговом виде, т. е. комплектов оригинальных диапозитивов.

В самом общем виде технологию обновления можно представить в виде принципиальной схемы (см. рис. 2.32).

Перед выполнением работ по обновлению имеющийся картографический материал необходимо подготовить к использованию. При наличии цифровой информации о местности на район обновления ее также необходимо подготовить к использованию.

Материалы, по которым будет производиться исправление, также необходимо подготовить к использованию. В качестве исходных картографических материалов, по которым исправляют содержание, могут быть цветные оттиски

Следующим этапом является подготовка обновленной карты к изданию.

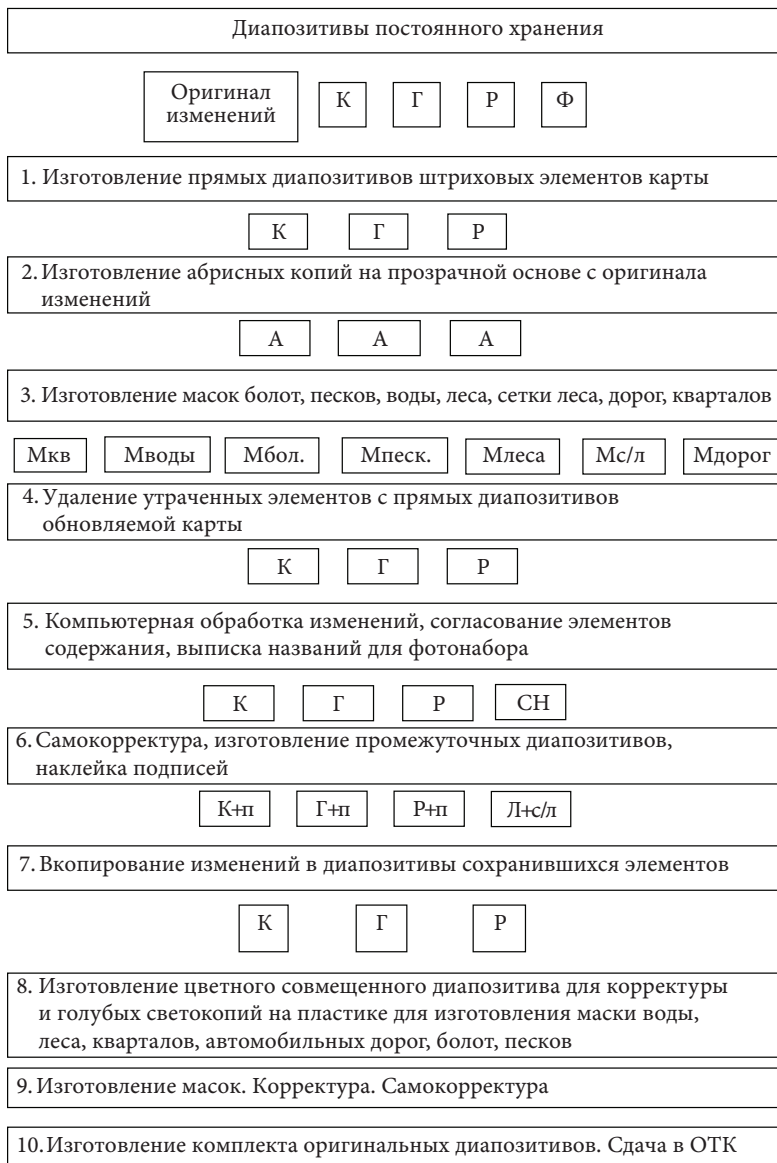


Рис. 2.32. Технологическая схема обновления оригиналов карты без компьютерной обработки сохранившихся элементов

Обозначения на рис. 2.32:

К – элементы контура; Г – элементы гидрографии; Р – элементы рельефа; СН – список названий; Ф – формуляр листа карты; А – абрис (совмещенный диапозитив К+Г+Р); Л+с/л – совмещенный диапозитив леса и сетки леса на бумаге, съёмочные, составительские оригиналы, издательские оригиналы, копии с этих оригиналов

Подготовка обновленного оригинала к изданию производится разными способами, в зависимости от количества изменений и принятой технологии:

- при малом количестве изменений принимается решение не вносить их в оригиналы, т. е. старые оригинальные диапозитивы не исправляются;
- если изменения в оригинальные диапозитивы вносятся, то подготовка новых диапозитивов проводится следующим образом:
 - со старых оригинальных диапозитивов убираются утраченные и изменившие свое положение объекты;
 - все изменившиеся и новые объекты гравированы заново и после ряда технологических операций переносятся на издательский оригинал;
 - если изменений значительное количество, то принимается решение компьютерной обработки листа заново;
 - если изменения произошли с одним-двумя элементами, например – К и Г, то они обрабатываются на компьютере заново, а рельеф может быть оставлен старый.

При наличии цифровой информации производится исправление рабочей копии карты, полученной с цифрового оригинала.

В зависимости от разновидностей и особенностей отдельных операций существуют следующие способы:

- исправление по изготовленным оригиналам обновления расчлененных оригинальных диапозитивов прежнего издания без перегравирования сохранившегося содержания;
- исправление абрисной копии издательского оригинала с последующим перегравированием всех или отдельных элементов;
- частичное пересоставление с последующим гравированием всех или отдельных элементов.

Основным направлением совершенствования технологии обновления карт является одновременное обновление карт несколь-

ких масштабов. Данная технология предусматривает обновление двух и даже трех последовательных масштабов по времени почти одновременно. Такая технология может быть реализована при использовании цифровой информации о местности с материалом цифровой космической или аэрофотосъемки.

Основное условие реализации данной технологии – это обеспеченность обновляемой карты основными картографическими материалами в цифровом виде.

Не менее важным и сложным этапом работ по обновлению карт является планирование работ. Так, исходными данными для планирования работ по обновлению топографических карт являются перспективные планы и предложения, отрабатываемые редакторами центрального редакционного учреждения на основе заявок, получаемых от потребителей.

Топографические карты, как известно, составляют значительный масштабный ряд, и все карты этого ряда одновременно используются в государственных органах. Поскольку характер использования карт таков, что требуется их абсолютная согласованность по всему масштабному ряду, то и обновление должно производиться во всем масштабном ряду.

Следовательно, вопрос обновления топографических карт должен рассматриваться применительно ко всем топографическим картам одновременно.

Однако необходимо отметить, что процесс обновления в техническом отношении и с точки зрения затрат времени, сил и средств сравним с процессом составления и подготовки к изданию. Значит, организация работ по обновлению должна представлять четкую систему, базирующуюся на ряде основополагающих условий.

Во-первых, система накопления, учета и анализа данных об изменениях местности должна обеспечивать полное использование всей совокупности современных сведений о местности. В связи с этим важную роль играет дежурство, а дежурные карты являются важнейшим источником получения сведений об изменениях.

Во-вторых, обновление топографических карт производится по территориальному принципу, при этом обновление первичных карт производится одновременно на всех требующих обновления листах:

для карты масштаба 1:25 000 – в рамках листа карты масштаба 1:200 000;

для карты масштаба 1:50000 – в рамках листа карты масштаба 1:500000;

для карты масштаба 1:100000, 1:200000 – в рамках листа карты масштаба 1:500000.

Карты масштаба 1:500000 и 1:1000000 обновляются отдельными листами.

В-третьих, решение вопроса об обновлении каждого листа производится с учетом количественных и качественных критериев, точности геодезической основы и объема и характера изменений местности.

В-четвертых, в связи с тем что обновление всегда связано с большим числом исправляемых листов, работа по обновлению должна тщательно планироваться.

В-пятых, сроки обновления карт всего масштабного ряда должны быть более сокращенными.

В-шестых, в связи с важным значением сокращения сроков повышается роль технологии работ. Она должна быть унифицированной, базироваться на современных технических средствах и максимально использовать уже затраченный ранее труд.

Основой планирования работ по обновлению карт является накопление и систематизация сведений об изменениях на местности. С этой целью на всех картографических предприятиях и организациях осуществляется картографическое дежурство.

Редакционно-подготовительные работы при обновлении карт начинаются с момента получения задания и включают сбор и обработку картографо-геодезической информации, ведение дежурства по карте (постоянно), определение важности объектов данного района, анализ точности и современности карты, разработку РТУ.

В целях своевременного обеспечения работ по обновлению производится сбор, систематизация и анализ материалов об изменениях на местности. Весь картографический материал подразделяется на основной, дополнительный и справочный.

Основные картографические материалы используются для исправления содержания обновляемой карты.

Дополнительные материалы необходимы для оценки степени современности обновляемых карт, получения и уточнения характеристик и других данных, отсутствующих на основном картографическом материале.

Все картографические и аэрофотосъемочные материалы, необходимые для обновления карт, сначала систематизируются по ли-

стам обновляемой карты, а геодезические и справочные – по районам работ в соответствии с перспективным планом обновления топографических карт, а затем анализируются.

Цель анализа картматериалов – отработка рекомендаций по использованию их в процессе работ по обновлению карты.

В результате анализа картматериалов определяются математическую и геодезическую основы карты, полнота, достоверность и точность материалов, степень соответствия карты фактическому состоянию местности, характер происшедших изменений, листы карт, подлежащие обновлению и не требующие обновления, технологию и организацию работ.

Результаты анализа учитываются при планировании работ по обновлению.

Значительную роль в решении вопроса о необходимости обновления топографических карт играет важность изменившихся объектов, которая определяется их ролью в решении задач с использованием карт.

Выявленная в результате анализа информация об изменениях местности наносится на дежурный картографический документ, в качестве которого, как правило, используется карта.

На дежурную карту наносятся изменения местности по основным элементам содержания карты. Дежурные карты используются в качестве дополнительных картматериалов при обновлении карт, а также для оценки соответствия топографических карт, состоящих на снабжении, фактическому состоянию местности.

Дежурство организовано на всех государственных картографических предприятиях и в учреждениях. На картографических предприятиях для этой цели имеются специально назначенные должностные лица (инженеры и редактора) в отделении редакционно-подготовительных работ, в центральных картографических учреждениях имеются отделы (отделения), занятые ведением дежурства. В территориальных учреждениях также имеются специальные подразделения (должностные лица), занятые ведением дежурства, организацией ведения дежурства и учетом накопленного картографического материала.

Выявление данных для ведения дежурства производится по многочисленным и разнообразным источникам. Прежде всего – это различные официальные документы. Много ценных данных дает периодическая печать.

Ведение дежурства является трудоемкой и дорогостоящей задачей. В целях исключения дублирования работ и своевременного

доведения информации об изменениях на местности до картографических предприятий издается «Справочник картографо-геодезических изменений».

Правильное и хорошо организованное дежурство обеспечивает картографов данными для оценки современности картографических материалов в процессе их анализа, помогает устанавливать необходимость обновления карт, а при составлении и подготовке к изданию – обеспечивает своевременное внесение новых сведений о местности в создаваемую карту.

Глава 3

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КАРТ

3.1. Преобразование картографической информации

Совершенствование технических средств, необходимость внедрения автоматизированных систем управления на предприятия, в органы государственного управления вызвали потребность в их обеспечении современной информацией о местности не только в аналоговой, но и в цифровой форме. В свою очередь современные технологии открыли возможности автоматизации картографического производства, обеспечили представление информации о местности в цифровой форме.

Преобразование картографической информации в цифровую форму производится посредством машинного описания параметров изображения объектов карты (фотоснимка). Теоретической основой такого преобразования служит взгляд на карту как на дискретное поле, каждой точке которого соответствует единственная точка земной поверхности. Это значит, что картографическое изображение рассматривается как множество точек с различными характеристиками, положение которых определяется их координатами.

Тогда каждое картографируемое явление (объект) A может быть описано функцией вида

$$A = F(x, y, z),$$

где x и y – прямоугольные координаты; z – количественные и качественные характеристики.

Таким образом, задача цифрового преобразования информации карты (фотоснимка) заключается в выражении каждого элемента его координатами и характеристиками в определенном коде.

Информация об объекте карты состоит из двух частей. Первая часть – это качественные и количественные характеристики объекта – семантическая информация (СИ). Вторая часть – это координатная информация, характеризующая положение объекта на карте – метрическая информация (МИ). Слитая воедино СИ и МИ об объектах карты, выраженная в цифровой форме, является цифровой картографической информацией (ЦКИ).

Под цифровым преобразованием понимается процесс считывания с карты семантической и метрической информации об объектах содержания и кодирования их в принятом коде и записью на носители цифровой информации.

ЦКИ по аналогии с картой может быть представлена как цифровая модель местности.

Цифровая модель может быть подчинена определенной теме и отражать местность с различной степенью подробности в зависимости от требований потребителя.

Основными видами ЦКИ являются цифровые и электронные карты (ЭК).

Под цифровыми картами в общем случае понимаются цифровые модели земной поверхности или другого небесного тела, сформированные с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт этого вида проекции, разграфке, системе координат и высот.

Под ЭК в общем случае понимаются цифровые карты, визуализированные с использованием программных и технических средств в принятой системе условных знаков, предназначенные для отображения и анализа местности, а также решения задач с использованием дополнительной информации.

В зависимости от вида и назначения цифровые карты подразделяются: на топографические (ЦТК) масштаба 1:25000–1:50000; обзорно-географические (ЦОГК) масштаба 1:500000–1:10000000; цифровые планы городов (ЦПГ) масштаба 1:10000–1:25000; цифровые карты местности (ЦКМ); обзорные карты местности (ОЦКМ); цифровые карты местности повышенной точности (ЦКМ ПТ).

В зависимости от вида ЭК подразделяются: на топографические (ЭТК) масштаба 1:25000–1:1000000; обзорно-географические (ЭОГК) масштаба 1:500000–1:10000000; электронные планы городов (ЭПГ) масштаба 1:10000–1:25000.

Математическая основа (масштабы, картографические проекции, системы координат и высот, системы нарезки, разграфки и номенклатуры) и содержание (перечень элементов содержания и степень картографической генерализации) цифровых и ЭК, как правило, идентичны исходным картографическим материалам, используемым для цифрования.

Цифровые и ЭК создаются и выдаются потребителям в виде отдельных номенклатурных листов (НЛ) на участки территории в системе разграфки обычных карт.

Поиск ЭК выполняется с использованием библиотек условных картографических знаков, соответствующих определенному виду и масштабу ЭК. Библиотеки условных картографических знаков поставляются потребителям вместе с НЛ электронных карт (планов городов).

Для нанесения специальных данных на ЭК пользователь может создать свою библиотеку условных знаков.

При поиске ЭК с помощью пользовательской графической среды системы ЭК пользователь может в интерактивном режиме изменять масштаб, нагрузку и цветовое оформление отображаемого картографического изображения, оперируя отдельными элементами и/или объектами содержания, а также выполнять сшивку нескольких номенклатурных листов.

ЦКИ может быть представлена в четырех основных формах:

- линейной (в виде последовательного набора точек);
- векторной (в виде набора векторов заданной длины и ориентации);
- матричной (в виде характеристик, отнесенных к углам сетки с известными значениями их координат);
- растровой (в виде матрицы, элементами которой являются значения кодов цвета картографического изображения; растровая форма представления обеспечивает управление изображением на уровне цвета, в соответствии с которым могут быть поставлены определенные типы объектов).

Цифровые карты создаются, как правило, в линейной или векторной форме представления. По требованиям потребителей в структуру выходной ЦКИ могут быть включены отдельные элементы содержания в матричной форме представления (например, матрица высот рельефа).

ЭК, в зависимости от требований, создаются и поставляются в линейной, векторной, матричной и растровой форме представления. Линейная, векторная и матричная формы представления

ЭК используются для решения расчетных задач и задач отображения, растровая форма (в основном) – для решения задач отображения.

В зависимости от формы представления ЭК можно условно разделить на векторные и растровые.

Цифровые и ЭК являются одним из основных средств картографического обеспечения автоматизированных систем управления. В общем случае цифровые и ЭК, являясь ядром геоинформационной системы, позволят обеспечить решение следующих информационных и расчетных задач:

- изучение и оценка местности и ее свойств визуально и с использованием специальных алгоритмов;
- определение координат стационарных и движущихся объектов в реальном масштабе времени;
- решение расчетных задач и наглядное отображение результатов на ЭК;
- подготовка исходных данных о местности для ввода во взаимодействующие системы;
- наземная и воздушная навигация (в том числе и с отображением результатов на ЭК);
- разработка графических документов на ЭК;
- моделирование различных операций с учетом географического фактора (в том числе отработка действий в искусственно созданном географическом районе);
- планирование градостроительных задач;
- проведение занятий, учений и тренировок на ЭК.

Различные виды цифровых и ЭК, входящих в систему, создаются по отдельным требованиям и имеют специализированное или универсальное назначение.

Основными видами цифровой картографической продукции являются: цифровая карта, цифровая модель контуров, цифровая модель местности, цифровая модель рельефа, ЭК.

Что касается назначения ЭК, то, по аналогии с топографическими картами, можно сказать, что ЭК предназначены для решения следующих задач: автоматизированное составление, обновление и подготовка к изданию электронных топографических карт всего масштабного ряда; автоматизированное создание специальных карт; автоматизация процесса управления; автоматизированное решение различного рода народнохозяйственных задач и задач прикладного характера. ЭК служат основой для формирования национального банка и региональных банков ЦКИ.

В российской и зарубежной картографической практике наметились два основных метода создания ЭК – по картографическому материалу (тиражным оттискам карт) и по фотоснимкам.

В настоящее время основной метод создания ЭК по картографическому материалу основан на оцифровке растровой картографической информации в специализированном программном обеспечении. Ранее считывание и кодирование информации выполнялось картометрическим (ручным) или полуавтоматическим методами.

В настоящее время программное обеспечение ЭК имеет значительные преимущества перед двумя остальными методами:

- оно обеспечивает оперативность получения ЭК, поскольку накоплены огромные запасы аналоговых топографических и специальных карт;
- обеспечивает большую экономическую эффективность, так как при использовании существующих карт учитывается затраченный труд на их создание.

Метод создания ЭК по фотоснимкам основан на цифровании стереомодели, созданной по аэро- или космическим снимкам; ранее он выполнялся с помощью аналитических стереоприборов, сочлененных с ЭВМ. В настоящее время существенно изменился состав программно-аппаратных средств и цифрование по аэро- или космическим снимкам выполняется в СПО с использованием ПЭВМ. Данный метод, как правило, применяется при новом составлении карты первичного масштаба, а также при обновлении карт.

Начало решения проблемы автоматизации в картографии относится к 1950-м годам. За рассматриваемый период решены многие принципиальные вопросы. В первую очередь это относится к вопросам разработки технических и программных средств автоматизации.

Так, на картографические предприятия технология создания цифровых карт внедрена с 1970-х годов. Но с тех пор она претерпела значительные изменения. Соответственно изменилась и структура картографических предприятий. Рассмотрим изменение программно-аппаратных средств для создания ЦКМ.

3.2. Автоматизированная технология создания ЦКМ с помощью комплекса АРМ-К

АРМ-К предназначен для автоматического считывания графической информации о местности с топографической карты,

преобразования ее в цифровую форму, формирования цифровых массивов по элементам содержания и формирования номенклатурных листов в формате хранения.

Состав комплекса АРМ-К:

1. Процессор СМ-2410.
2. Устройство оперативной памяти (ОЗУ).
3. Устройство внешней памяти на магнитных дисках СМ-5400.
4. Блок расширения системы (БРС).
5. Видеотерминалы (дисплеи) алфавитно-цифровые.
6. Алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ).
7. Устройство ручного ввода графической информации «Планшет-Р».
8. Устройство графическое регистрирующие (графопостроитель) АП-7251.
9. Устройство сопряжения контролеров (УКС).
10. Графический терминал «Графит».
11. Программное обеспечение.

Программное обеспечение (ПО) комплекса предназначено для преобразования картографической информации из семантической и графической форм (формуляра номенклатурного листа, ведомости кодирования и оригинала служебной информации) в цифровую форму. Оно состоит из общего (базового) и специализированного программного обеспечения.

Технология создания цифровой картографической информации на комплексе АРМ-К представлена на рис. 3.1.

Рассмотрев технологию, можно увидеть, что она является достаточно громоздкой и сложной. Не менее сложным является комплекс программно-аппаратных средств, на которых реализуется данная технология (рис. 3.2).

Выполнение работ по данной технологии требует глубоких специальных знаний в области картографии, а также знаний в области цифровой картографии. Размещение технических средств комплекса достаточно сложное и занимает большие производственные площади.

Следующим этапом развития программно-аппаратных средств создания ЦКМ является создание комплекса АРМ-КР.

Комплекс состоит из рабочих мест, обеспечивающих выполнение всех этапов технологии создания ЦКМ, но реализован он уже с использованием ПЭВМ (рис. 3.3).

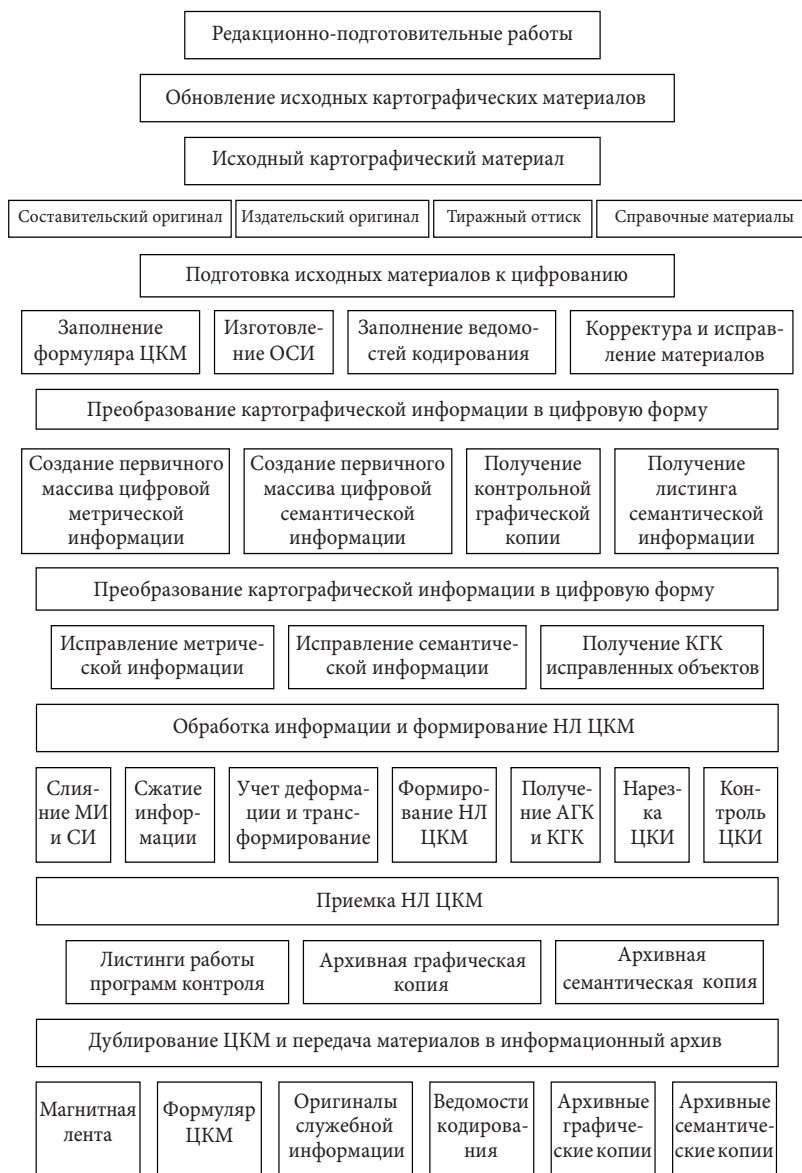


Рис. 3.1. Технология создания цифровой картографической информации на комплексе АРМ-К

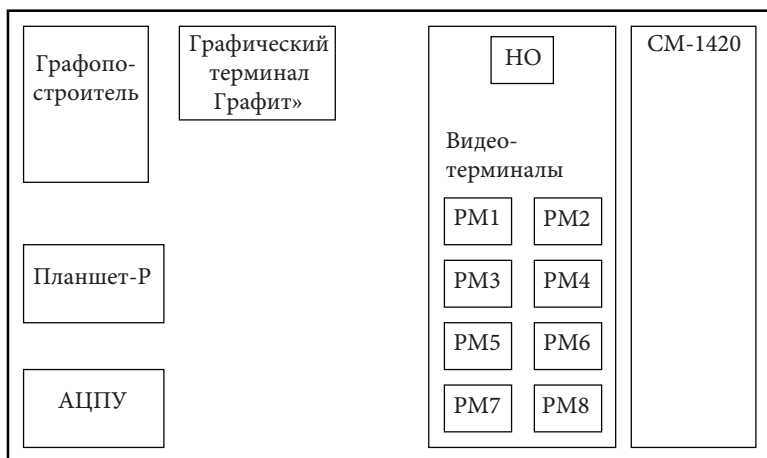


Рис. 3.2. Схема расположения технических устройств комплекса АРМ-К

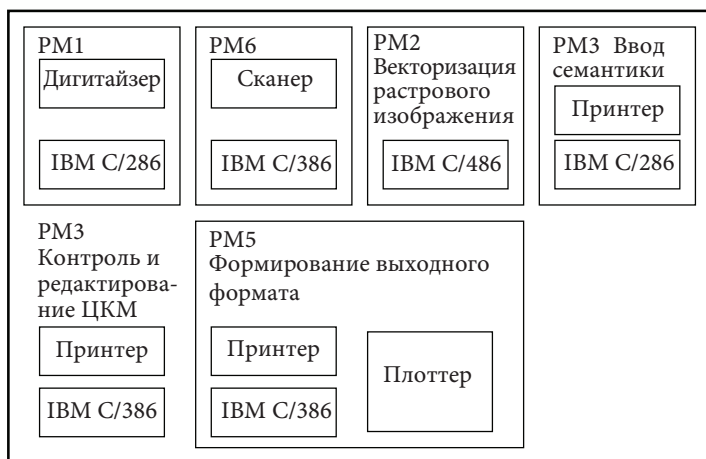


Рис. 3.3. Схема расположения технических устройств комплекса АРМ-КР

Состав комплекса:

PM1 – выполнение редакционно-подготовительных работ;

PM2 – векторизация растрового изображения;

PM3 – ввод семантической информации;

PM4 – контроль и редактирование ЦК;

PM5 – формирование выходного формата и выдачи пользователю;

PM6 – выполнение сканирования исходного картографического материала.

Современные технологии учли недостатки старой технологии, и с развитием программно-технических средств были разработаны новые программно-аппаратные комплексы, основанные на ПЭВМ. Они позволили значительно упростить технологию создания ЭК, снизить субъективное влияние человеческого фактора и сократить количество технических средств, что отразилось на организации картографического производства.

В зависимости от вида создаваемых электронных карт могут применяться различные технологии. Рассмотрим их.

3.3. Технология создания электронных карт по картографическим материалам

Данная технология реализуется на следующих технических средствах: ПЭВМ (типа *Pentium II* и выше), растросканирующее устройство, выводное устройство (принтер или плоттер), локальная сеть. Для наиболее эффективного использования технических средств целесообразно устанавливать одно растросканирующее устройство на 10–15 ПЭВМ (рис. 3.4).

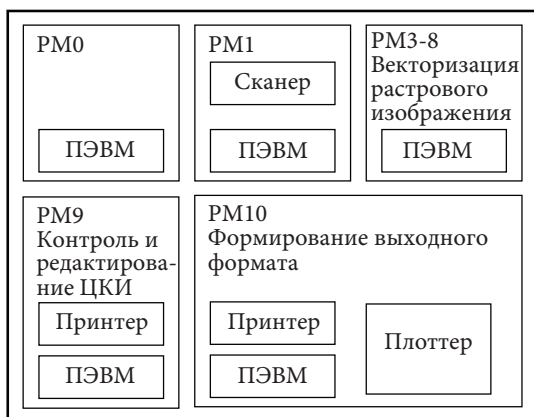


Рис. 3.4. Схема расположения технических устройств комплекса создания цифровой картографической информации

Состав комплекса:

- PM0 – рабочее место руководителя структурного подразделения;
- PM1 – выполнение сканирования исходного картографического материала;
- PM2 – выполнение редакционно-подготовительных работ;
- PM3–8 – векторизация растрового изображения;
- PM9 – контроль и редактирование ЦКИ;
- PM10 – формирование выходного формата и выдачи пользователю.

В качестве исходных картографических материалов могут использоваться любые материалы (расчлененные по цветам оригиналы на пластиковой основе, тиражные оттиски карт и каталоги (списки) координат геодезических пунктов).

Состав используемых оригиналов карт зависит от масштаба и вида исходных картматериалов и требований заказчика.

По сравнению с предшествующими технологиями требования к персоналу снижены. Данную технологию могут эксплуатировать лица, имеющие среднее специальное образование в области картографии, фотограмметрии и геодезии, имеющие навыки работы с ПЭВМ в качестве пользователей и прошедшие краткий курс обучения использования данной технологии.

Наиболее важным участком в данной технологии является подготовка классификаторов. Для решения этой задачи назначается должностное лицо, ответственное за подготовку и ведение классификаторов, создание моделей векторизации, определение параметров обработки. Как правило, этот специалист работает в ОРПР и должен иметь высшее образование в области картографии и опыт работы с цифровыми картами.

В ходе редакционно-подготовительных работ (РПР) уточняются технология выполнения работ в соответствии с требованиями заказчика, наличие исходных материалов и степень их использования.

Технология создания и обновления ЭК может применяться и для приведения устаревшей структуры цифрового описания к установленным требованиям и информационного картографического обеспечения.

Изучение особенностей создания ЭК осуществляется путем просмотра наиболее характерного или всего исходного материала с пробным цифрованием, а при необходимости – и созданием образцового листа ЭК.

В результате РПР создаются РТУ, в которых обязательно отражаются особенности технологической схемы применительно к картографируемому району работ. Содержание РТУ определяется руководящими документами.

Входной контроль осуществляется в соответствии с руководящими документами по контролю качества.

Подготовительные работы выполняются в соответствии с технологической схемой. Их конкретное содержание зависит от готовности исполнителя к предстоящим работам и его квалификации.

Преобразование исходной картографической информации в растровую форму выполняется посредством сканирования исходных материалов. Сканирование осуществляется на растраскирующем устройстве. В результате получают исходный материал в растровом представлении в заданных форматах.

В ходе контроля качества растрового представления определяется пригодность полученного растрового изображения для дальнейшей обработки. При необходимости выполняется повторное сканирование.

Математическая основа создается в процессе создания паспорта НЛ электронной карты и в результате выполнения соответствующих процедур. Геодезическая основа создается при помощи электронного каталога (списка) координат геодезических пунктов или по растровому изображению.

Трансформирование растрового изображения выполняется по рамке НЛ (в зависимости от масштаба создаваемой электронной карты) или по рамке и трансформационным точкам.

Контроль точности растрового представления оценивается визуально при совмещении с математической основой электронной карты.

При необходимости производится дополнительное трансформирование растрового изображения с использованием опорных точек.

Векторизация (цифрование) объектов ЭК производится по растровому изображению. Выполняется полуавтоматическим и ручным способом. Также в ходе векторизации выполняется интерактивная векторизация объектов, ввод семантических характеристик, формирование полного метрического, семантического описания объектов, создание ПЛС, согласование по рамкам листа.

Технология выполнения векторизации (применение полуавтоматической векторизации) и создания объектов ЭК зависит от вида исходного материала и его нагрузки.

Оцифровка элементов содержания выполняется в соответствии с требованиями основных руководящих документов.

Создание и обновление ЭК выполняется аналогично (рис. 3.5).

	Технологические этапы и процессы
1	Редакционно-подготовительные работы
2	Входной контроль
3	Подготовительные работы
4	Преобразование исходной аналоговой информации в растровую форму
5	Создание (обновление) математической и геодезической основы ЭК
6	Трансформирование растровых изображений
7	Векторизация (цифрование) объектов НЛ ЭК
8	Обновление ЭК (выполняется при технологии обновления)
9	Создание ПЛС
10	Корректировка и анализ ЭК
11	Контроль полноты, точности и достоверности ЭК
12	Исправление исполнителем корректурных замечаний
13	Сводка НЛ ЭК
14	Приемка НЛ начальниками подразделений
15	Приемка НЛ ОТК
16	Диспетчеризация процессов создания НЛ
17	Хранение ЭК
18	Выдача потребителю

Рис. 3.5. Технологическая схема создания и обновления электронных карт по картографическим материалам

Контроль наличия и корректности метрических и семантических ПЛС производится автоматически при выполнении процедуры общего контроля ЭК, а также путем применения специализированных процедур.

При обновлении ЭК технологическая схема (см. рис. 3.5) конкретизируется в РТУ или в отдельной инструкции в зависимости от требований, по которым были созданы исходные ЭК.

По окончании работ исполнители проверяют выполненную работу. Точность и полнота выполненной векторизации проверяется путем визуального сравнения полученной ЭК и совмещенного с ней растрового изображения исходного материала.

Точность векторизации оценивается по отклонениям изображения объектов ЭК относительно их изображения на исходном материале. Оценка точности производится при визуализации ЭК в специальном режиме.

Контроль полноты, точности и достоверности осуществляется инженерно-техническим составом и наиболее подготовленными исполнителями (техниками-картографами), визуально и при помощи программных средств.

Сводка может выделяться в отдельный вид работы и производится специально назначенным для этих целей подразделением. В этих случаях после сводки НЛ ЭК подлежат обязательной приемке в ОТК.

Приемка работ осуществляется в соответствии с руководящими документами начальником (редактором, инженером) подразделения.

Заключительным этапом является приемка выполненной работы ОТК.

В целях организации взаимодействия структурных подразделений на картографических предприятиях осуществляется диспетчеризация процессов создания ЭК. Задачи диспетчеризации могут быть распределены между начальниками структурных подразделений и производств и редакторами подразделений в зависимости от объемов работ по созданию ЭК. В задачи диспетчеризации входит отслеживание графика выполнения работ по технологическим этапам, работы по ведению временного информационного архива, своевременное доведение до исполнителей необходимой информации.

Для обеспечения сохранности ЦКИ на КП организуется временный информационный архив, в который помещаются ЭК

и исходные материалы в цифровом виде для кратковременного хранения. Отсканированная информация помещается в архив. Для временного хранения помещаются ЭК до производства сводок, готовые для предъявления в ОТК или готовые к передаче в БКД. Длительному хранению подлежат готовые ЭК и другая информация. Порядок работы информационного архива определяется руководящими документами или внутренними инструкциями.

Готовая продукция передается заказчику.

3.4. Технологическая схема создания РЭК по картографическому материалу

Технология создания растровых электронных карт (РЭК) (рис. 3.6) по картографическому материалу предназначена для автоматизации процесса создания РЭК всех видов и масштабов с использованием в качестве основных исходных материалов тиражных оттисков карт и других картографических материалов.

Технология основывается на использовании технических средств комплекса создания ЦКИ. Требования к техническим средствам аналогичны, но количество растрасканирующих устройств должно быть больше. Целесообразно устанавливать одно устройство на 3–5 персональных ЭВМ. Это обусловлено большим объемом информации при создании РЭК.

Требования к персоналу, эксплуатирующему технологию, аналогичны предыдущей технологии.

В качестве исходного материала, как правило, используются тиражные оттиски карт.

Изучают особенности создания РЭК путем просмотра исходного материала. Проверяется качество тиражных оттисков на возможность их сканирования с учетом требований руководящих документов по цветопередаче.

Все этапы технологии выполняются аналогично рассмотренной ранее технологии, за исключением особенностей создания РЭК, определяемых содержанием карты.

Следующей технологией, подлежащей рассмотрению, является общая технологическая схема создания, обновления электронных карт и подготовки их к изданию. Рассмотрим ее.

	Технологические этапы и процессы
1	Редакционно-подготовительные работы
2	Входной контроль
3	Подготовительные работы (подготовка исполнителей к выполнению работ)
4	Преобразование исходной аналоговой информации в растровую форму
5	Создание математической и геодезической основы растровых ЭК
6	Трансформирование растровых изображений
7	Сводка НЛ ЭК
8	Приемка НЛ начальниками подразделений
9	Приемка НЛ ОТК
10	Диспетчеризация процессов создания НЛ
11	Хранение ЭК
12	Выдача потребителю

Рис. 3.6. Технологическая схема создания РЭК

3.5. Общая технологическая схема создания, обновления ЭК и подготовки их к изданию

Технология предназначена для организации работ на картографическом предприятии при создании, обновлении электронных карт (рис. 3.7) и подготовки их к изданию, а также при создании специальных электронных карт и цифровых фотодокументов о местности.

Технология основывается на технических средствах, имеющих-ся на картографическом предприятии.

	Технологические этапы и процессы
1	Редакционно-подготовительные работы
2	Полевые работы и развитие фотограмметрических сетей
3	Создание цифровых ортофотопланов. Создание матрицы высот рельефа
4	Создание, обновление ЭК
5	Создание справочной информации
6	Создание растровых электронных карт
7	Создание, обновление ЭК по аэро- и космическим снимкам
8	Преобразование математической основы
9	Составление, обновление ЭК производных масштабов
10	Подготовка карт к изданию по электронным картам
11	Диспетчеризация и подготовка планово-отчетных документов

Рис. 3.7. Общая технологическая схема создания и обновления ЭК и подготовки их к изданию

В качестве основного материала для создания и обновления ЭК могут использоваться аэро- или космические фотоснимки.

При отсутствии материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) технология предусматривает использование любых других картографических материалов.

Работа по данной технологии начинается также с изучения исходных картографических материалов и создания РТУ на район работ.

РТУ на карты, создаваемые по данной технологии, разрабатываются на полный цикл общей технологии.

Общий порядок и содержание выполняемых работ по данной технологии в основном аналогичен ранее приведенным, за исключением некоторых особенностей. Рассмотрим их.

Особенностью технологии является использование в качестве основного картографического материала аэрофотоснимков.

Основными работами являются: аэрофотосъемка, полевая плановая подготовка снимков, полевое дешифрование.

Указанная технология является необязательной в общем технологическом цикле. Однако создание цифровых ортофотопланов может выделяться в отдельный вид работы, если они являются отдельным законченным видом картографической продукции. Матрица высот рельефа может создаваться по горизонталям основного исходного картографического материала и передаваться отдельно, также в качестве готовой продукции.

Создание цифровых ортофотопланов может выделяться в отдельную технологию.

Создание ЭК по картографическим материалам применяется тогда, когда исходный картографический материал не требует обновления или электронные карты предшествующих масштабов отсутствуют.

Создание справочной информации, как правило, выполняется как отдельный вид работ.

Создание растровых ЭК выполняется по тиражным оттискам, в соответствии с ранее рассмотренной технологией.

Создание, обновление ЭК по аэрокосмическим снимкам выполняется в соответствии с технологией. В РТУ технология должна уточняться в зависимости от наличия технических средств, в том числе и фотограмметрической техники, наличия квалифицированных специалистов, времени и места технологи в общей технологической схеме.

Технология создания цифровой информации о рельефе включается в общий технологический цикл создания ЦИМ при отсутствии информации о рельефе. Обновление рельефа применяется, когда имеются отдельные участки локального изменения рельефа или его несоответствия установленным требованиям.

Технология составления электронных топографических карт по цифровой информации контуров и рельефа применяется только для создания первичного масштаба цифровой информации.

На первом рабочем этапе выполняется составление рельефа, а на последующих этапах выполняется его интерактивное согласование с гидрографией, формами рельефа, не выражающимися горизонталями и другими объектами.

Составление ЭК по цифровой информации контуров выполняется в соответствии с принятой технологией с применением моделей составления необходимого масштаба.

Создание, обновление ЭК с дешифрированием по аналоговой информации применяется в случае ограниченного количества необходимой техники или необходимых специалистов, например, в походных или полевых условиях.

Дешифрирование выполняется в упрощенных условных знаках по твердым копиям, как правило, ортофотопланов или отдельным ортофотоснимкам.

Настоящий этап полезно использовать при одновременном создании ЭТК и цифровых издательских оригиналов. В этом случае вначале дешифрируется информация контуров для ЭТК, а затем дополняется информацией, необходимой для создания цифрового издательского оригинала. В отдельных случаях дешифрирование может выполняться по не трансформированным снимкам, но с последующим трансформированием при цифровании. Дешифрирование выполняется на полупрозрачном пластике, который в последующем сканируется и цифруется по полученной растровой информации. Создание, обновление ЭК по аэро- и космическим снимкам выполняется в комплексе с фотограмметрической техникой.

Преобразование проекций планируется и выполняется при составлении ЭК производных масштабов и при составлении ЭК специального назначения (ЭОГК и другие).

Преобразование систем координат выполняется при получении основного или дополнительного исходного материала в системах координат, отличных от установленных для картографической продукции РФ.

В редакционных указаниях может отрабатываться вариант технологической схемы одновременного составления полного масштабного ряда электронных топографических карт или его части.

Печать ЭК выполняется как с использованием стандартных периферийных устройств (принтеры, плоттеры), так и с использованием полиграфического оборудования. В этом случае предварительно изготавливается комплект цветоделенных фотоформ. Изготовление фотоформ с ЭК выполняется по определенной технологии, результатом которой является комплект цветоделенных фотоформ определенных видом издаваемой карты.

Диспетчеризация и планирование работ, ведение оперативного учета и анализ хода выполнения плановых заданий выполняется в целях обеспечения максимальной загрузки рабочих мест и максимального выхода продукции.

Технология цифрового преобразования картографических и аэрофотосъемочных материалов с помощью рассмотренных выше методов и технологий предусматривает приведение полученной цифровой информации к виду, удобному для хранения. Затем эта информация из информационных архивов картографических предприятий передается на хранение в банки картографических данных (БКД), главная задача которых заключается в сборе, анализе, систематизации и использовании имеющейся картографической информации о местности.

Данные в БКД составляют совокупность данных, организованных по определенной структуре. Эти данные организуются и обрабатываются с помощью средств электронной вычислительной техники (ЭВТ).

БКД могут быть территориальными, в зависимости от территории, на которую накапливается информация. Это могут быть БКД земного шара, его регионов, стран и т. д. или специализированные, предназначенные для выполнения узких специальных задач (экологических, картографических и др.).

Основой БКД являются картографические данные, организованные в базы и системы управления ими.

Учет, хранение и выдача ЦКИ осуществляется в информационном архиве. Учет выполняется для оперативного получения данных о наличии ЦКИ, ее качественном (состояние местности, дата обновления, комплектность и т. д.) и количественном состоянии (количество копий).

Хранение носителей с ЦКИ осуществляется в специально оборудованных хранилищах информационного архива.

Выдача ЦКИ из БКД предусматривает подбор и подготовку номенклатурного листа к выдаче в заданном формате и комплектности и передачу его потребителю.

Глава 4

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВЫ КАРТ РОССИИ

4.1. Система геодезических координат 1942 г. (СК-42)

Все топографические карты и планы, которые изданы в советское время, имеют единую систему координат и высот, принятую ранее в СССР постановлением Совета Министров № 760 от 7 апреля 1946 года, именуемую «Системой координат 1942 года».

Исходным геодезическим пунктом (началом триангуляции) в этой системе принят центр круглого зала Пулковской обсерватории.

Исходными геодезическими датами центра круглого зала Пулковской обсерватории являются:

- геодезическая широта $B_0 = 59^{\circ}46'18,55''$;
- геодезическая долгота $L_0 = 30^{\circ}19'42,09''$ (от Гринвича);
- азимут исходной стороны $A_0 = 121^{\circ}40'38,79''$ (на пункт Бугры);
- высота эллипсоида над геоидом принята равной нулю:
 $\Delta H_0 = 0$ м.

Геодезические координаты исходного пункта и геодезических сетей высших классов определяются на поверхности референц-эллипсоида. Вывод размеров этого эллипсоида производился Центральным научно-исследовательским институтом геодезии, аэрофотосъемки и картографии (ЦНИИГАиК) под общим руководством проф. Ф. Н. Красовского.

Референц-эллипсоид Красовского имеет следующие размеры:

- большая полуось $a = 6\,378\,245$ м;
- малая полуось $b = 6\,356\,863$ м;
- сжатие $\alpha = 1:298,3$.

Этим же постановлением Совета Министров была принята единая система высот, названная «Балтийской системой высот», по которой счет высот ведется от исходного нивелирного репера – нуля Кронштадтского футштока. Кронштадтский футшток – черта на медной пластине, вделанной в опору гранитного устоя моста через Обводный канал в Кронштадте; черта совпадает со средним уровнем моря, установленным из многолетних наблюдений. На пластине имеется надпись: «Исходный пункт нивелирной сети СССР».

Геодезические сети России подразделяются на государственные, местного (специального) назначения и съемочные сети. Государственные сети являются главной геодезической основой для общегосударственных и специальных топографических съемок и составления карт, для решения научных задач геодезии и удовлетворения нужд хозяйства и обороны страны в инженерно-геодезическом отношении. Государственные сети создаются методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1, 2, 3, 4 классов, а в высотном – геометрическим нивелированием I, II, III и IV классов. Геодезические сети местного (специального) назначения развиваются при геодезическом обеспечении крупномасштабных топографических съемок, теодолитных и тахеометрических съемок при строительстве промышленных, жилых, транспортных, ирригационных объектов. Построение любых сетей регламентируется инструкциями.

Государственная нивелирная сеть России разделяется на сети I, II, III, IV классов, последовательно развиваемые по научно разработанной программе. Сети I и II классов являются главной высотной основой. Сети III и IV классов служат для обеспечения топографических, теодолитных и тахеометрических съемок. Расстояния между нивелирными пунктами, закрепляемыми на местности марками и реперами, в сетях всех классов установлены в 5–7 км. Нивелирные линии I и II классов, кроме того, через каждые 50–80 км, а также в узловых точках и вблизи основных морских водомерных установок закрепляются фундаментальными реперами. Нивелирование I класса повторяется каждые 25 лет.

4.2. Система геодезических координат 1995 г. (СК-95)

С развитием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) появляются новые методы определения координат точек земной поверхности вместо традиционных – триангуляции, триангляции, полигонометрии.

ГНСС включает три составляющих части: 1) наземные пункты управления и контроля за работой всей системы; 2) навигационные спутники Земли (НИСЗ); 3) навигационная приемная аппаратура, регистрирующая радиосигналы и определяющая географические координаты точек земной поверхности.

Наземные стационарные пункты ГНСС обеспечивают непрерывное наблюдение и контроль за работой всей системы.

НИСЗ – совокупность спутников, которые вращаются вокруг земли по определенным орбитам и излучают определенные радиосигналы.

На земле геодезист с помощью специального приемника регистрирует радиосигналы и определяет географические координаты точки.

В настоящее время функционируют две системы: российская глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) и американская GPS. Эти системы коренным образом меняют прежние методы полевых геодезических работ и повышают точность измерения.

Преимущество системы ГЛОНАСС по сравнению с триангуляцией, трилатерацией и полигонометрией заключается в следующем:

- нет необходимости строго располагать определяемые геодезические пункты, соблюдая условие взаимной видимости между ними;
- расстояния между геопунктами могут быть произвольными, отвечающими только определенным требованиям потребителя;
- наблюдения возможны практически в любую погоду как днем, так и в ночное время;
- измерения и обработка результатов наблюдений почти полностью автоматизированы, земельно-кадастровые геодезические работы по определению координат точек значительно упрощаются и сокращаются.

Однако система ГЛОНАСС имеет ряд ограничений, которые связаны с наличием связи с наблюдаемой точкой не менее чем с четырех спутников, что не всегда бывает возможной в горной местности, застроенной городской и лесной территории. В этих случаях геодезические работы выполняют традиционными способами.

В результате наблюдений по системе ГЛОНАСС определена общеземная геоцентрическая система координат СК-90 по параметрам Земли 1990 г. (ПЗ-90).

Постановлением правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. № 586 установлена «Единая государственная система геодезических координат 1995 г.» (СК-95).

За отсчетную поверхность в СК-95 принят референц-эллипсоид Красовского, поверхность которого преобразуется в плоскую с помощью проекции Гаусса–Крюгера, при этом сохраняются неизменными координаты начального пункта Пулково.

Точность системы геодезических координат СК-95 характеризуется средними квадратическими погрешностями взаимного положения смежных геодезических пунктов, которые равны 2–4 см при расстоянии между ними до нескольких десятков километров и 30–80 см при расстояниях между геопунктами от 1 до 9 тыс. км.

В конце 2007 г. система ГЛОНАСС стала действовать на всей территории России в полном объеме. Для этого понадобилось 18 космических аппаратов. К концу 2009 г. система должна функционировать в глобальном масштабе, для чего необходимо 24 космических аппарата.

«До 1996–97 гг. государственная геодезическая сеть, включающая 4 класса, состояла из 660 тыс. точек. При наличии нынешних объемов финансирования поддержать такую сеть невозможно. В рамках Федеральной целевой программы ГЛОНАСС было принято решение создать новую геодезическую сеть. Всего будет 35–40 тыс. пунктов, координаты которых будут определены с использованием спутниковых технологий». (В. Е. Александров, заместитель руководителя Роскартографии, форум «Рынок геоинформатики России. Современное состояние и перспективы развития». – М., 2007 г.).

Вполне очевидно, что введение новой системы координат СК-95 связано с многочисленными организационными и техническими мероприятиями, работами по закреплению точек на местности, изданием каталогов координат геодезических пун-

ктов и другими работами. Реализация всех этих задач потребует некоторого времени. Поэтому до завершения всех работ будет применяться «Система координат 1942 года (СК-42)».

4.3. Математическая основа карт и планов

В качестве картографической проекции топографических карт в России принята проекция Гаусса–Крюгера. Она названа именем знаменитого немецкого математика Гаусса, разработавшего в 1825 г. общую теорию равноугольного изображения одной поверхности на другой. Рабочие формулы равноугольной проекции эллипсоида на плоскости дал немецкий геодезист Крюгер в 1912 г. После этого проекция получила название Гаусса–Крюгера. Она была принята в СССР на III геодезическом совещании в 1928 г. С 1939 г. проекция Гаусса–Крюгера стала применяться для карт масштаба 1:500000 и крупнее.

Главный масштаб длин как основа топографических карт и планов показывается на картах тремя способами (рис. 4.1).

Численный масштаб выражается дробью, где в числителе дана единица, а в знаменателе число, показывающее степень уменьшения земной поверхности (эллипсоида) на плоскости, например, 1:10000, 1:25000.

Именованный масштаб дается в виде указания соответствия единицы длины на карте расстоянию местности, например, для карты масштаба 1:10000 дается подпись «в 1 сантиметре 100 метров».

Графический масштаб длин линий представляет собой график в виде прямой, разделенной на равные части (см, мм). С помощью этого графика можно производить измерения на данной карте.

Все три способа показа масштаба даются лишь на топографических картах и планах. На мелкомасштабных картах, охватывающих большие территории, дается только численный масштаб. Масштабы топографических карт и планов приведены в табл. 4.1.

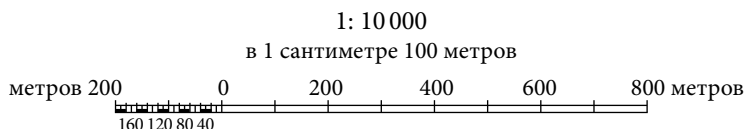


Рис. 4.1. Масштаб длин

Таблица 4.1

Название карты и плана	Численный масштаб карты	1 см на карте соответствует на местности	1 см ² на карте соответствует на местности
Миллионная	1:1 000 000	10 км	100 км ²
Пятисоттысячная	1:500 000	5 км	25 км ²
Двухсоттысячная	1:200 000	2 км	4 км ²
Стотысячная	1:100 000	1 км	1 км ²
Пятидесятитысячная	1:50 000	500 м	0,25 км ²
Двадцатипятитысячная	1:25 000	250 м	0,0625 км ²
Десятитысячная	1:10 000	100 м	0,01 км ²
Пятитысячная	1:5000	50 м	0,0025 км ²
Двухтысячная	1:2000	20 м	400 м ²
Тысячная	1:1000	10 м	100 м ²
Пятисотая	1:500	5 м	25 м ²

Все топографические карты и планы имеют стройную и строгую систему разграфки и номенклатуры отдельных листов. Рамками листов служат географические меридианы и параллели.

В основе разграфки и номенклатуры топографических карт, то есть системы деления карт на отдельные листы и их обозначения, лежит карта масштаба 1:1 000 000. Листы этой карты по параллелям образуют ряды, каждый по 4° широты, а по меридианам – колонны, каждая по 6° долготы. Ряды обозначаются заглавными буквами латинского алфавита (с буквы А от экватора), а колонны – арабскими цифрами с нумерацией с запада на восток, считая первую колонну с западным меридианом 180° от Гринвича. Номенклатура листа карты складывается из буквы ряда и номера колонны. Например, лист на район С.-Петербурга обозначается 0–36.

Каждый лист карты масштаба 1:1 000 000 делится на четыре листа карты масштаба 1:500 000, нумеруемых прописными буквами А, Б, В, Г русского алфавита; на 36 листов карты масштаба 1:200 000 с нумерацией римскими цифрами I, II, ..., XXXVI; на 144 листа карты масштаба 1:100 000 с нумерацией 1, 2, 3, 4, ..., 144 (рис. 4.2).

Номенклатура листов карт масштабов 1:500000, 1:200000, 1:100000 получается путем добавления справа к номенклатуре листа карты масштаба 1:1000000 букв или цифр соответствующих масштабов, например 1:500000-0-36-A; 1:200000-0-36-XX; 1:100000-0-36-48. Каждый лист карты масштабов 1:100000, 1:50000, 1:25000 делится соответственно на четыре листа последующего более крупного масштаба, номенклатура которых получается путем добавления справа к номенклатуре предыдущего масштаба букв или цифр. Как видно из рис. 4.2, лист карты масштаба 1:50000 – М-37-49-В; 1:25000 – М-37-49-В-6;

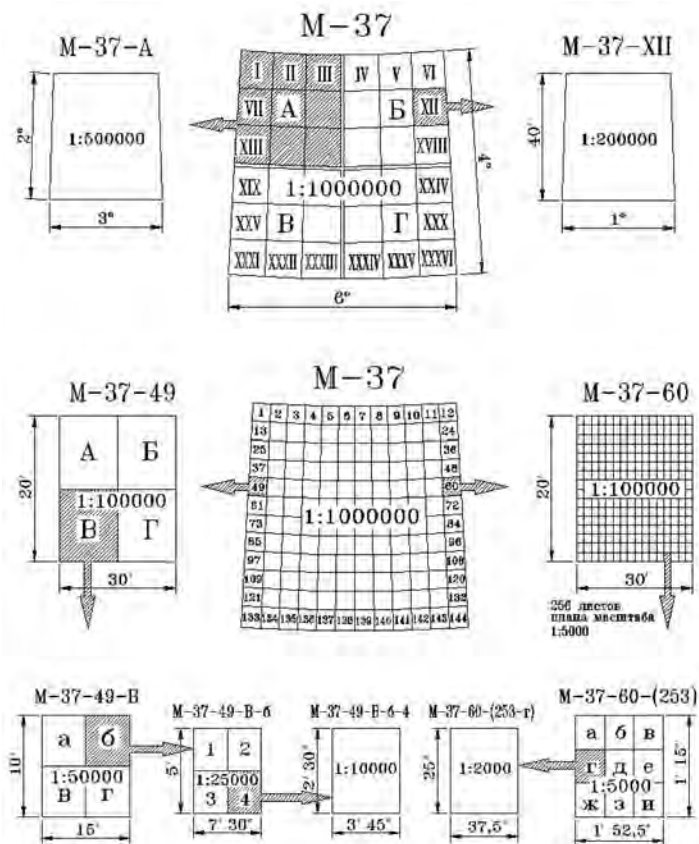


Рис. 4.2. Разграфка и номенклатура топографических карт и планов

1:10000 – М-37-49-В-6-4. Номенклатура топографических планов 1:5000 и 1:2000 показана на рис. 4.2.

Листы карт, расположенные севернее 60° , издаются сдвоенными, а севернее параллели 76° – счетверенными по долготе.

Компоновка топографических карт, как термин, определяющий размещение на листе карты картографируемой территории, вытекает из разграфки. Изображение соседних листов продолжается без разрывов и повторений и при склейке листов получается единая карта-склейка.

Компоновка других географических карт отличается большим разнообразием и зависит от масштаба, территориального охвата, назначения, содержания и спроса потребителей данной карты: дорожной, административного деления республик, краев и областей, районов и т. д.

Таким образом, геодезическая и математическая основы карт определяют геометрические законы построения картографического изображения благодаря, прежде всего, картографической проекции, масштабу и опорной геодезической и нивелирной сетям.

Сущность картографической проекции, выражающей аналитическую зависимость между координатами точек поверхности земного эллипсоида на плоскости, определяет начало работы по созданию карты.

4.4. Классификация картографических проекций

Качество карты определяется величиной и характером искажений. Эти показатели являются основными при выборе картографической проекции для составления той или иной карты. Поверхность эллипсоида или шара невозможно развернуть на плоскости без искажений. Поэтому непрерывность и однозначность изображения достигается за счет неравномерного растяжения или сжатия, то есть деформации сферической поверхности на плоскости.

В подробных курсах математической картографии доказывалось, что всякий бесконечно малый круг, взятый на поверхности эллипсоида или шара, изображается в любой проекции бесконечно малым эллипсом, причем главным осям эллипса на плоскости обязательно соответствуют два взаимно перпендикулярных диаметра соответствующего бесконечно малого круга на сфероиде.

В частных случаях бесконечно малый круг может изобразиться на плоскости также бесконечно малым кругом, но это не противоречит общему положению, так как круг можно рассматривать как частный случай эллипса, у которого равны большая и малая полуоси.

Эллипс искажений в картографической проекции – бесконечно малый эллипс в каждой точке карты, являющийся изображением бесконечно малого круга на поверхности эллипсоида или шара.

Название эллипса искажений он носит потому, что его размеры, форма и ориентировка характеризуют искажение длин, углов, площадей при изображении сфероида на плоскости, т. е. он характеризует свойства проекции в соответствующей точке.

Пусть бесконечно малый круг: а) на глобусе с центром в точке M_0 и радиусом c соответствует на карте эллипсу искажений; б) с центром в точке M и полуосями a и b , а направления полуосей эллипса искажений MA и MB соответствуют на глобусе направлениям двух взаимно перпендикулярных полу диаметров круга M_0A_0 и M_0B_0 (рис. 4.3).

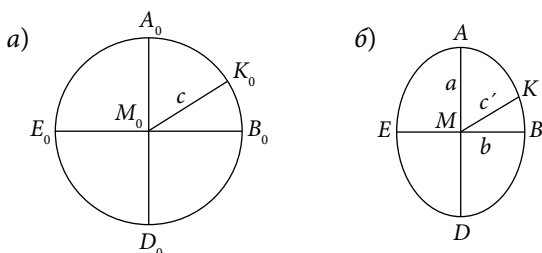


Рис. 4.3. Бесконечно малый круг на глобусе и соответствующий ему эллипс искажений на карте

Введя обозначения $A_0M_0 = c$; $MA = a$; $MB = b$; $MK = c'$, где K – произвольная точка на эллипсе, получим, что масштабы при точке M по направлениям MA , MK , MB могут быть выражены в следующем виде: $\frac{a}{c}$, $\frac{c'}{c}$, $\frac{b}{c}$. Частный масштаб по указанным трем направлениям будет следующим:

$$\mu_{\max} = \frac{a}{c}; \mu_{\min} = \frac{b}{c}; \mu = \frac{c'}{c},$$

принимая во внимание, что радиус c бесконечно малого круга на сфероиде равен 1, получим:

$$\mu_{\max} = a; \mu_{\min} = b; \mu = c',$$

где a, b, c – отвлеченные числа, выражающие длины большой и малой полуосей эллипса и радиуса-вектора произвольной точки радиусами бесконечно малого круга на сфероиде.

Очевидно, что в любой точке карты масштаб будет иметь наибольшее значение по направлению большой оси (направление MA) и наименьшее значение – по направлению малой оси (направление MB), которые между собой взаимно перпендикулярны. В картографической проекции такие направления называют главными направлениями.

Если на карте меридианы и параллели пересекаются под прямым углом, они являются главными направлениями и имеют наибольшее и наименьшее значение частных масштабов длин.

Эллипс искажений может иметь различное положение относительно меридианов и параллелей. Вид, размеры и ориентирование эллипса искажений наглядно характеризуют каждую картографическую проекцию. Построен он может графически в определенном масштабе по данным частным масштабам длин по параллелям и меридианам и угла между ними.

4.5. Искажение направлений и углов

Пользуясь свойствами искажений, выведем формулы искажений направлений и углов (рис. 4.4).

Пусть бесконечно малый круг AMB изображается на проекции бесконечно малым эллипсом $A'M'B'$. Пусть O_ξ и O_η – главные направления на эллипсоиде; $O'x$ и $O'y$ – направления, им соответ-

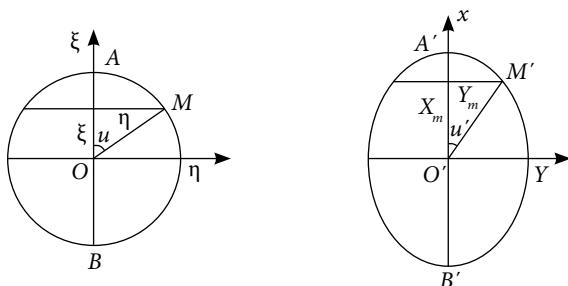
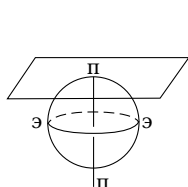
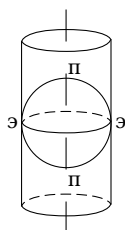


Рис. 4.4. Искажение направлений и углов

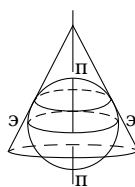
ствующие в проекции. $M'(x, y)$ – изображение некоторой точки $M(\xi, \eta)$. Связь между координатами можно написать в такой форме: $x = a$, $y = b$. Разделив второе уравнение на первое, получим: $\frac{x}{y} = \frac{b}{a} \cdot \frac{\eta}{\xi}$. Как видно из рис. 4.5, направление на эллипсоиде изо-



Азимутальные

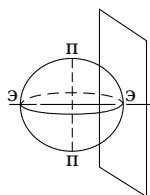


Цилиндрические

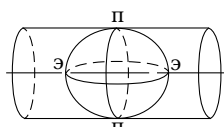


Конические

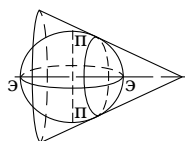
НОРМАЛЬНЫЕ СЕТКИ



Азимутальные

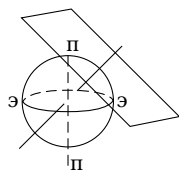


Цилиндрические

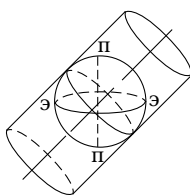


Конические

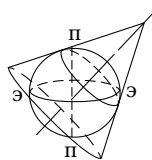
ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕТКИ



Азимутальные



Цилиндрические



Конические

КОСЫЕ СЕТКИ

п-п – земная ось; э-э – экватор; ----- – ось вспомогательной поверхности

Рис. 4.5. Различная ориентировка вспомогательных геометрических поверхностей относительно земли при построении картографических сеток

бражается соответствующим изображением направления на проекции U' , причем

$$\operatorname{tg} U' = \frac{y}{x}, \operatorname{tg} U = \frac{\eta}{\zeta}. \quad (1)$$

Подставив эти выражения в предыдущую формулу, получим

$$\operatorname{tg} U' = \frac{b}{a} \operatorname{tg} U. \quad (2)$$

Анализ этого выражения показывает, что любое направление, характеризующееся углом U , на плоскости в эллипсе искажений составит с большой полуосью его какой-то другой угол U' , не равный углу U , на эллипсоиде. Разница между углами будет тем больше, чем больше отличается большая полуось эллипса от малой.

Разница $(U - U')$ будет показывать искажение направлений.

Искажение углов в картографической проекции – это разность углов между направлениями на карте и соответствующими направлениями на поверхности эллипсоида или шара.

Определим искажение углов, для чего в последнее уравнение прибавим и вычтем к левой и правой части $\operatorname{tg} U$:

$$\operatorname{tg} U \pm \operatorname{tg} U' = \operatorname{tg} U \pm \frac{b}{a} \operatorname{tg} U. \quad (3)$$

После преобразования полученное уравнение будет иметь вид:

$$\frac{\sin(U + U')}{\cos U \times \cos U'} = \frac{a + b}{a} \operatorname{tg} U, \quad \frac{\sin(U - U')}{\cos U \times \cos U'} = \frac{a - b}{a} \operatorname{tg} U. \quad (4)$$

Поделив первое выражение на второе, получим

$$\frac{\sin(U - U')}{\sin(U + U')} = \frac{a - b}{a + b},$$

откуда

$$\sin(U - U') = \frac{a - b}{a + b} \sin(U + U'). \quad (5)$$

Для оценки искажения углов в картографической проекции важно знать максимальное значение искажения. Очевидно, что наибольшую разность $U - U'$ эти исправления составят, когда

$$\sin(U - U') = 1, \text{ т. е. } U + U' = 90^\circ. \quad (6)$$

Обозначив наибольшую разность направлений $U - U' = \frac{\omega}{2}$, найдем, что наибольшее искажение углов равно:

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{a + b}. \quad (7)$$

Искажение углов в картографической проекции иногда вычисляют по другим тригонометрическим формулам:

$$\cos \frac{\omega}{2} = \frac{2\sqrt{ab}}{a+b}; \quad \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{2\sqrt{ab}}. \quad (8)$$

Искажение углов на карте вызывает искажение форм. Показателем, характеризующем искажение форм, является отношение большой полуоси эллипса к малой или, что одно и то же, отношение наибольшего масштаба к наименьшему. При равноугольном изображении поверхности эллипсоида или шара на плоскости углы изображаются без искажений, а бесконечно малые фигуры подобны.

4.6. Общие положения о классификации проекций

В практике картографии в качестве вспомогательных проектирующих поверхностей могут использоваться геометрические поверхности цилиндра, конуса и плоскости.

Перенесение точек с поверхности сферы на эти поверхности производится не простым геометрическим проектированием, а более универсальным аналитическим способом задания проекций.

Ориентировка вспомогательных проектирующих поверхностей тесно взаимосвязана с полярными сферическими координатами.

Полярными сферическими координатами называются две угловые величины, определяющие положение точки на поверхности шара соответственно от произвольно выбранной точки, принимаемой за полюс системы координат, и от ее меридиана.

Когда применяется нормальная система сферических координат, полюс которой совмещен с географическим полюсом, меридианы и параллели образуют на плоскости (карте) нормальную сетку картографической проекции. Если же применяется поперечная система полярных сферических координат, полюс которой расположен на экваторе, т. е. удален от географического на 90° , то получают поперечную сетку картографической проекции.

И наконец, когда применяется косая система полярных сферических координат, то есть полюс системы находится в пределах $0^\circ < \mu < 90^\circ$ от географического полюса и экватора, то получают косую картографическую проекцию (см. рис. 4.5).

Нередко вместо касательных поверхностей используют секущие вспомогательные поверхности цилиндра, конуса, плоскости по определенным наперед заданным параллелям, вдоль которых сохраняется масштаб длин.

Применение каждой проекции в нормальном, поперечном или косом положении является средством наилучшего приспособления свойств проекции к конфигурации и расположению на земной поверхности изображаемой области и, как следствие, получение возможно наименьших искажений.

При рассмотрении видов поверхностей проектирования, их расположения относительно поверхности земного шара и ориентирования по отношению к оси вращения земли мы убедились, что это разнообразие позволяет получить большое количество самых разных картографических проекций. Поэтому возникает вопрос о систематизации проекций и их классификации. Что это значит? Классифицировать какую-либо группу предметов – значит подразделить ее на более мелкие группы на основании сходства и различия этих предметов между собой по каким-либо определенным признакам.

В зависимости от тех или иных признаков, положенных в основу, получаются различные системы классификации для одной и той же группы предметов.

Классификация картографических проекций должна быть понятна, ясна и основываться на принципах, диктуемых теорией дисциплины и практикой картографического производства, задачами, решаемыми с помощью карт. Какие же признаки положить в основу классификации проекции?

Для тех, кто строит основу карты, представляет интерес вид меридианов и параллелей картографической сетки, так как с этим связаны до некоторой степени трудности ее вычерчивания. Ясно, что прямые линии или концентрические окружности проводить легче, чем сложные кривые. Поэтому одним из признаков, по которому можно классифицировать проекции, может служить вид меридианов и параллелей картографической сетки.

С точки зрения как картографов, так и потребителей не столь важен вид меридианов и параллелей картографической сетки, сколько характер искажений данной карты, их величина и распределение.

Поэтому другим признаком классификации может быть характер искажений в той или иной проекции. Можно также классифицировать проекции и по признаку их использования или

применения и некоторым другим признакам. В настоящее время существуют различные классификации картографических проекций.

Исследованиями и разработкой теоретических и практических вопросов в этой области руководили видные российские ученые Н. А. Урмаев, В. В. Каврайский, М. Д. Соловьев.

В картографии принята классификационная схема профессора В. В. Каврайского, заслуженно вошедшая во все курсы математической картографии и ставшая классической.

Эта схема дает классификацию проекций по следующим признакам:

- по характеру искажений;
- по виду меридианов и параллелей нормальной картографической сетки;
- по ориентировке вспомогательной геометрической поверхности.

4.7. Классификация картографических проекций по характеру искажений

Характер искажений является наиболее важным признаком, который определяет достоинство той или иной проекции, т. е. математической основы создаваемой карты. Как уже отмечалось, при изображении эллипсоида или шара на плоскости возникают искажения углов, площадей и длин. При этом можно уменьшить или исключить полностью одно из них, но исключить все искажения одновременно невозможно. Поэтому по характеру искажений все картографические проекции делятся на равноугольные, равновеликие и произвольные.

Равноугольной называется картографическая проекция, в которой отсутствует искажение углов. В этих проекциях бесконечно малый круг на эллипсоиде изобразится на карте также кругом, но другим по площади. Под бесконечно малыми фигурами практически считают круг диаметром 1 см на карте. Условие равноугольности выражают следующие формулы:

$$a = b = m = n = \mu; \omega = 0; p = a^2. \quad (9)$$

В равноугольных проекциях углы, которые измерены на карте, будут соответствовать углам на местности. Вместе с тем в равноугольных проекциях сильно искажаются площади.

Равновеликой называется картографическая проекция, в которой отсутствуют искажения площадей. В этих проекциях бесконечно малый круг на эллипсоиде изобразится бесконечно малым эллипсом, равным по площади.

Свойство равновеликости выражают следующие формулы:

$$P_{\text{круга}} = P_{\text{эллипса}}; \pi c^2 = \pi ab; \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{2}. \quad (10)$$

В равновеликих проекциях площади, измеренные на карте, соответствуют этим площадям на местности. В этих проекциях искажаются углы и длины.

Произвольной называется картографическая проекция, в которой имеются искажения углов и площадей. В этих проекциях бесконечно малый круг на эллипсоиде изобразится бесконечно малым эллипсом различной формы и площади. При этом могут искажаться углы, площади и длины в зависимости от принятого решения. Класс произвольных проекций является наиболее обширным. В основном он применяется для карт мелких масштабов (карта мира, полушарий, материков и т. д.). Среди произвольных проекций заслуживает внимания *равнопромежуточная* картографическая проекция, в которой масштаб по одному из главных направлений – постоянная величина. В этих проекциях характер искажений определяют условия сохранения масштаба длин по одному из главных направлений:

$$a = 1 \text{ или } b = 1; p = a \text{ или } p = b; \sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}. \quad (11)$$

4.8. Классификация картографических проекций по виду меридианов и параллелей нормальной картографической сетки

Нормальной картографической сеткой называется сетка меридианов и параллелей, которая получается в случае, когда полюс используемой геометрической поверхности (конус, цилиндр, плоскость) совпадает с географическим полюсом. Проекции с такой сеткой называются нормальными.

По виду нормальной картографической сетки проекции подразделяются на следующие классы: конические, цилиндрические, азимутальные, псевдоконические, псевдоцилиндрические,

псевдоазимутальные, поликонические, производные (условные). Причем в пределах каждого из этих классов могут быть разные по характеру искажений проекции (равноугольные, равновеликие, равнопромежуточные и т. д.).

Конической называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – дуги концентрических окружностей, а меридианы – их радиусы, углы между которыми пропорциональны соответствующим разностям долгот (рис. 4.6, а, б). Геометрически картографическую сетку в этих проекциях можно получить путем проектирования меридианов и параллелей на поверхность конуса с последующим разворачиванием этой поверхности в плоскость.

Так, на рис. 4.6 изображен конус, касающийся глобуса на некоторой параллели $A_0B_0C_0$, E_0D_0 – дуга экватора, S – полюс цилиндра и ось, совпадающая с осью глобуса. В результате разворачивания поверхности в плоскость получим изображение меридианов и параллелей, которое может быть определено следующими формулами:

$$\delta = \alpha\lambda; \rho = f(\varphi), \quad (12)$$

где δ – угол между соседними меридианами на плоскости (карте), называемый углом схождения (сближения) меридианов; λ – разность долгот тех же меридианов; α – коэффициент пропорциональности, называемый показателем конической проекции, причем α всегда меньше единицы; ρ – радиусы параллелей на карте, зависящие от широты φ .

Зная эти величины, можно построить картографическую сетку на плоскости. Конические проекции нашли широкое применение

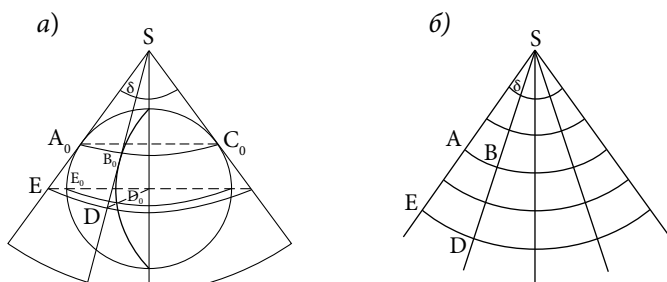


Рис. 4.6. Конус, касающийся глобуса по параллели (а) и картографическая сетка в конической проекции (б)

ние для изображения территорий, вытянутых узкой или более широкой полосой вдоль параллелей. Для территории России конические проекции являются выгодными в качестве основы мелкомасштабных карт.

Цилиндрической называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – параллельные прямые, а меридианы – перпендикулярные параллелям прямые, расстояние между которыми пропорциональны разностям долгот. Геометрически картографическую сетку в этих проекциях можно получить путем проектирования меридианов и параллелей глобуса на боковую поверхность цилиндра и развертыванием изображения в плоскость.

Нормальные цилиндрические проекции имеют наиболее простую картографическую сетку (рис. 4.7). Для построения нормальных сеток цилиндрических проекций достаточно знать прямоугольные координаты x и y точек пересечения параллелей и меридианов на плоскости. Общие уравнения всех нормальных цилиндрических проекций можно представить в виде:

$$x = f(\varphi); y = C\lambda, \quad (13)$$

где φ и λ – широта и долгота данной точки, выражение в радианной мере; x и y – прямоугольные координаты той же точки на карте; C – постоянный множитель, равный радиусу экватора (для проекций на касательном цилиндре) или радиусу параллели сечения глобуса (для проекций на секущем цилиндре).

Нормальные цилиндрические проекции применяются в основном для изображения территорий, вытянутых вдоль экватора.

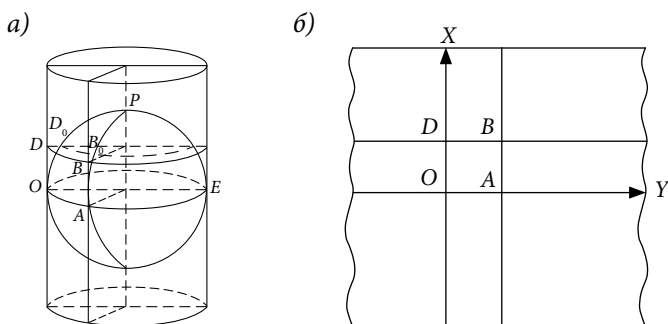


Рис. 4.7. Цилиндр, касающийся глобуса по экватору (а), и часть поверхности цилиндра, развернутая в плоскость (б)

Поперечные цилиндрические проекции применяются для изображения территорий, вытянутых вдоль меридиана. К цилиндрическим относятся проекции Гаусса и Меркатора.

Азимутальной называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – концентрические окружности, а меридианы – их радиусы, углы между которыми равны соответствующим разностям долгот.

Геометрически картографическую сетку в этих проекциях можно получить путем проектирования поверхности шара на плоскость (рис. 4.8). При этом плоскость может не только касаться полюса, но и рассекать поверхность шара по некоторой параллели, от чего сущность азимутальной проекции не изменится. Общие уравнения нормальных азимутальных проекций могут быть определены следующими формулами:

$$\delta = \lambda; \rho = f(\varphi) \quad (14)$$

Нормальные азимутальные проекции применяются для изображения полярных областей как северного, так и южного полушарий. Косые и поперечные проекции используются для карт материков западного и восточного полушарий.

Псевдоконической называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – дуги концентрических окружностей, осевой меридиан – прямая, на которой расположен центр параллелей, остальные меридианы – кривые линии, симметричные относительно осевого меридиана (рис. 4.9). Эти проекции отличаются от конических видом меридианов. В этих

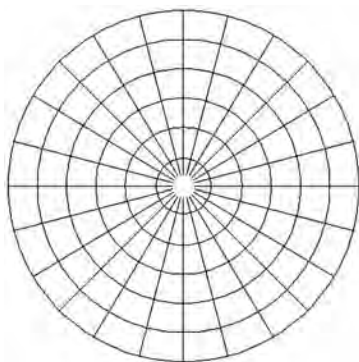


Рис. 4.8. Картографическая сетка в равнопромежуточной азимутальной проекции

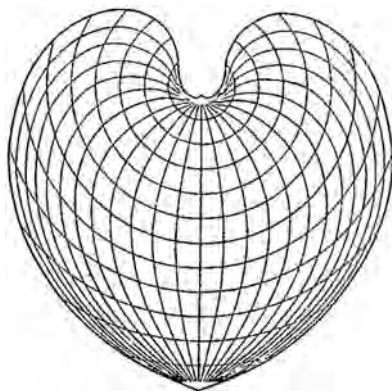


Рис. 4.9. Картографическая сетка в псевдоконической проекции

проекциях линиями нулевых искажений являются средний меридиан и средняя параллель. Искажения в них нарастают по мере удаления от этих линий. Псевдоконические проекции применяются при изображении территорий, имеющих форму ромба с вогнутыми сторонами.

Псевдоцилиндрической называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – параллельные прямые, осевой меридиан – прямая, перпендикулярная параллелям, а остальные меридианы – кривые или ломанные линии (рис. 4.10).

Эти проекции отличаются от цилиндрических видом меридианов. При изображении всего земного шара эти проекции дают меньшие искажения, чем цилиндрические.

Псевдоазимутальной называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной сетки – концентрические окружности или их дуги, а меридианы – кривые, исходящие из центра параллелей, симметричные относительно одного или двух прямолинейных меридианов. Эти проекции появились в картографии сравнительно недавно и имеют редкое применение (рис. 4.11).

Поликонической называется картографическая проекция, в которой параллели нормальной картографической сетки – дуги эксцентрических окружностей, осевой меридиан – прямая, на которой расположены центры параллелей, остальные меридианы – кривые линии (рис. 4.12).

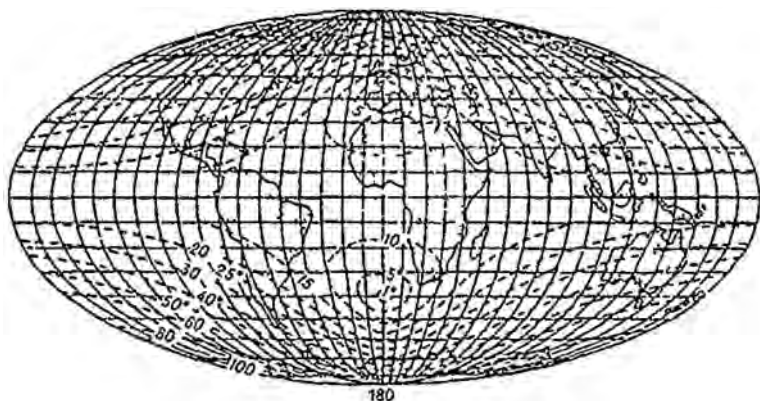


Рис. 4.10. Картографическая сетка и изоколы углов
в псевдоцилиндрической проекции

Поликонические проекции широко применяются в картографии для карт мира. Эти проекции можно рассматривать как проекцию глобуса не на один, а на несколько конусов, касательных к глобусу по разным параллелям. При этом проекция каждого конуса развернута в плоскость и смонтирована одна картографическая сетка.

Производной называется картографическая проекция, полученная преобразованием одной или нескольких ранее известных проекций. Эти проекции не могут быть отнесены ни к одному из рассмотренных выше классов проекций по виду меридианов

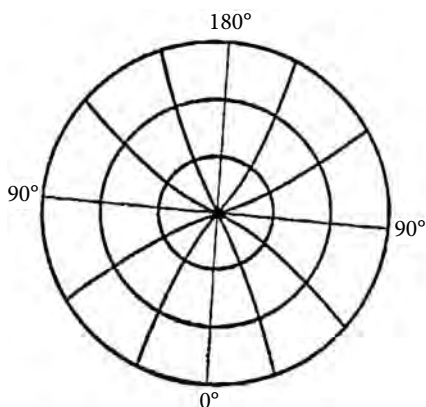


Рис. 4.11. Псевдоазимутальная проекция

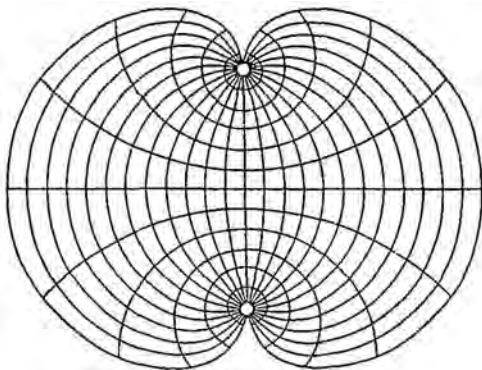


Рис. 4.12. Картографическая сетка в поликонической проекции

и параллелей нормальной сетки. Каждая из таких проекций разрабатывается в зависимости от поставленной задачи по картографированию той или иной территории.

Кроме нормальных проекций существует обширный класс косых и поперечных проекций. В основу их подразделения положено значение широты полюса сферической системы координат (ϕ_0). При $\phi_0 = 90^\circ$ получают нормальные проекции, при $\phi_0 = 0^\circ$ – поперечные, при $0^\circ < \phi_0 < 90^\circ$ – косые картографические проекции.

Класс этих проекций подробно рассматривается в учебниках по математической картографии для подготовки специалистов-картографов.

4.9. Способы показа искажений на картах

Любая карта имеет определенное назначение и в соответствии с этим искажения длин линий, углов, площадей. Для потребителя той или иной карты важно знать величины этих искажений и их распределение.

Географические карты представляют собой плод сотрудничества исследовательских учреждений, вузов и производства. Теоретические работы ученых-картографов определили картографические проекции с заданным распределением искажений. Их отличает рациональный выбор и выгодное распределение искажений в зависимости от назначения карты, территории, требований потребителя.

Для показа искажений длин линий, площадей, углов существует несколько способов: изогол, эллипсов искажений, графиков.

Изоголы – линии равных искажений в картографической проекции. В зависимости от того, какой вид искажений эти линии отражают, различают изоголы длин, площадей, углов. Нет практической надобности показывать все виды изогол, ибо, во-первых, не все проекции имеют те или иные искажения, или, во-вторых, если и имеют все искажения, то какие-то в большей мере, а другие – в меньшей.

Изоголы показывают на фоне изображения территории, подлежащей картографированию (рис. 4.13).

Эллипсы искажений строятся в точках и по направлениям, вдоль которых происходит наиболее быстрое изменение полуосей эллипса искажений. В проекциях, где искажения постоянны по параллелям и изменяются только с изменением широты, эллипсы искажений располагают на различных параллелях изображаемой сетки. Так, на рис. 4.14 дана сетка равнопромежуточной цилиндрической проекции. По сетке построены эллипсы искажений по главным направлениям: искажения масштаба по параллелям растут от некоторого минимума на экваторе до бес-

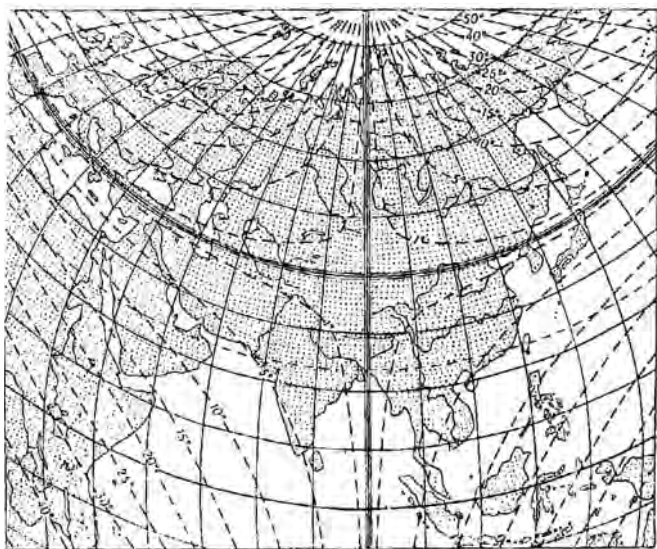


Рис. 4.13. Изоголы углов в псевдоконической проекции

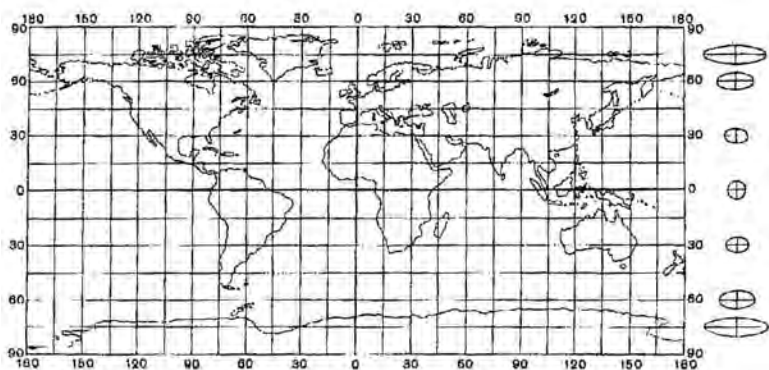


Рис. 4.14. Карта мира в простой равнопромежуточной (квадратной) проекции

конечности в полюсах; в полюсах эллипс обращается в прямую, сливающуюся с параллелью, изображающей полюс.

Обще географические карты мелких масштабов, по которым выполняются приближенные измерения (обзорные, настенные, карты в атласах и учебниках), должны иметь предельные искажения длин и площадей $\pm(6-8)\%$, а искажения углов до $\pm(6-8)^\circ$.

Карты мелких масштабов, по которым не выполняют приближенных измерений, а картографическая информация воспринимается и оценивается только зрительно, должны иметь предельные искажения длин и площадей до $\pm(10-12)\%$, а искажения углов до $\pm(10-12)^\circ$.

Предельные величины искажений определяют выбор картографических проекций, которые могут быть использованы для создания конкретной карты.

4.10. Проекция Гаусса–Крюгера

Как уже отмечалось, проекция Гаусса–Крюгера применяется для карт масштабов 1:500000 и крупнее. Проекция является равноугольной поперечно-цилиндрической и вычисляется для шестиградусной зоны по параметрам эллипсоида Красовского.

Проектирование производится на поверхность цилиндра, касающегося по меридиану POP_1 (рис. 4.15). При проектировании цилиндр берется с эллиптическим поперечным сечением. Вза-

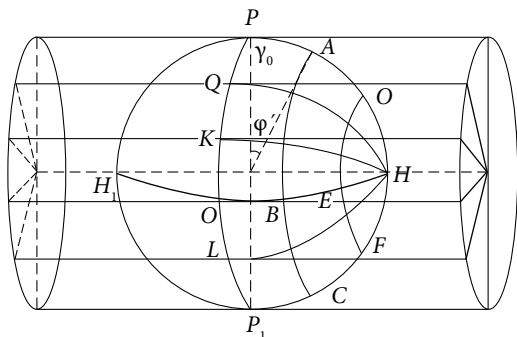


Рис. 4.15. Цилиндр, касающийся земного эллипсоида по меридиану

имно-перпендикулярными прямыми в проекции изображаются не меридианы и параллели, а дуги малых кругов ABC и DEF (альмукантараты) и дуги больших кругов HQ и HK , HO , HL , перпендикулярные к осевому меридиану (вертикалы). По экватору HOH_1 масштаб не сохраняется. По любому направлению масштаб в проекции выражается формулой $m = \sec \varphi'$, где φ' – центральный угол, измеряющий альмукантарат данной точки. Проекцию определяют следующие условия:

- равноугольность изображения;
- осевой (средний) меридиан изображается прямой линией, по отношению к которой все меридианы и параллели располагаются симметрично;
- масштаб длин вдоль осевого меридиана сохраняется.

Проекция Гаусса–Крюгера при сплошном изображении больших территорий, вытянутых по долготе, дает большие искажения, поэтому в целях уменьшения искажений она применяется по зонам, ограниченными линиями меридианов (рис. 4.16).

Протяженность зон по долготе берется такой, чтобы искажения на краях были минимальны. Исходя из этого, протяженность зон по долготе установлена в 6° . Каждая зона изображается на плоскости, причем за ось X принимается изображение среднего (осевого) меридиана каждой зоны, а за ось Y – изображение экватора. При удалении к западу или востоку от осевого меридиана на 3° относительное искажение длин достигает на экваторе $1/750$, а на широте С.-Петербурга $L_0 = 60^\circ$ – $1/3000$. Такое искажение допустимо для карт масштабов $1:25000$ и мельче. Для карты масштаба $1:10000$ и крупномасштабных планов применяются

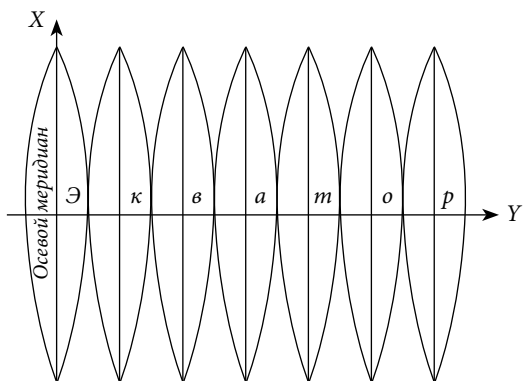


Рис. 4.16. Изображение зон в проекции Гаусса–Крюгера

трехградусные и более узкие зоны, определяемые техническими инструкциями.

Нумерация зон в проекции Гаусса–Крюгера ведется от Гринвичского меридиана. Территория России охватывает 29 зон, начиная с четвертой. Зная номер зоны, можно определить долготу ее осевого меридиана по формуле $L_0 = 6n - 3$, где L_0 – долгота осевого меридиана, а n – номер зоны.

Абсциссы x в каждой зоне отсчитываются от экватора к северу со знаком плюс, а к югу – со знаком минус. Для всей территории России абсциссы x положительны, поэтому знак плюс перед ними не ставится. Ординаты y отсчитываются от осевого меридиана каждой зоны со знаком плюс к востоку и со знаком минус к западу. Чтобы избежать отрицательных значений координат, их условно увеличивают путем алгебраического прибавления 500000 м. Кроме того, впереди суммы ставят номер зоны, чтобы знать, в какой зоне находится данная точка. Например, точка находится в зоне 7 и имеет ординату $y = -243435,15$ м. Согласно правилу, преобразованное условное значение ординаты будет $y = 7256564,85$ м.

Для проекции Гаусса–Крюгера приняты следующие основные обозначения (рис. 4.17):

- B – геодезическая широта произвольной точки M на эллипсоиде;
- L – геодезическая долгота от Гринвича той же точки на эллипсоиде;
- L_0 – долгота от Гринвича осевого меридиана;

$l = L - L_0$ – разность долгот меридиана данной точки и осевого меридиана;

A – азимут геодезической линии на эллипсоиде;

X_B – длина меридиана от экватора до параллели с широтой данной точки;

x и y – прямоугольные координаты Гаусса–Крюгера соответствующей точки M_i на плоскости;

γ – гауссово сближение меридианов;

α – дирекционный угол хорды геодезической линии $M_1N'_1$ (кривой) на плоскости;

δ – поправка за кривизну изображения геодезической линии $M_1N'_1$ (кривой) на плоскости.

Прямоугольными координатами Гаусса–Крюгера любой точки земного эллипсоида называются плоские прямоугольные координаты изображения соответствующей точки на плоскости в проекции Гаусса.

Гауссовым сближением меридианов в данной точке называется угол, образованный на плоскости меридианом, проходящим через данную точку и линией, параллельной осевому меридиану.

Геодетической линией между двумя точками на эллипсоиде называется линия кратчайшего расстояния между этими точками. Геодетическая линия в проекции Гаусса–Крюгера изображается в виде кривой, образующей со своей хордой некоторый угол δ .

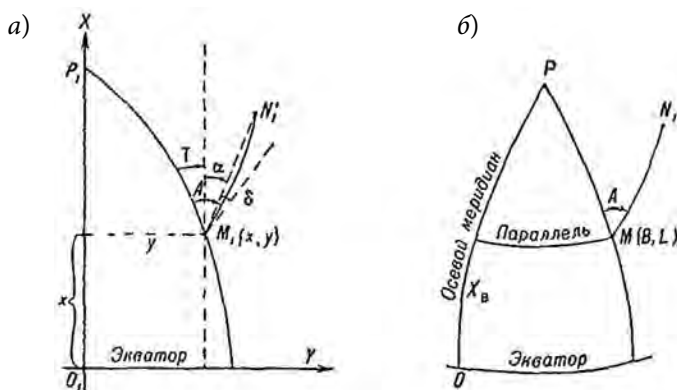


Рис. 4.17. Основные обозначения:

a – в проекции Гаусса–Крюгера; b – на эллипсоиде; N – радиус кривизны первого вертикала в точке с широтой B

называемый поправкой за кривизну кривой. Угол δ мал и учитывается лишь при обработке триангуляции.

Дирекционным углом какого-либо направления на плоскости называется угол между положительным направлением оси X и данным направлением. Этот угол изменяется от 0° до 360° и отсчитывается от положительного направления оси X по ходу часовой стрелки. Связь между азимутом, дирекционным углом и гауссовым сближением меридианов произвольной точки M_1 на плоскости легко определяется из рис. 4.18.

$A = \alpha + \gamma$, когда точка M_1 расположена к востоку от осевого меридиана;
 $\alpha = A - \gamma$ ридиана;

$A = \alpha - \gamma$, когда точка M_1 расположена к западу от осевого меридиана;
 $\alpha = A + \gamma$ диана.

В проекции Гаусса–Крюгера вследствие увеличения искажений в оба направления от осевого меридиана трапеция топографической карты, сторонами которой являются отрезки меридианов и параллелей, не представляет собой геометрически правильной фигуры.

Вогнутость меридианов данной фигуры направлена в сторону осевого меридиана, а вогнутость параллелей – в северном направлении. Однако уклонение меридианов от прямой линии значительно меньше графической точности, которая требуется при построении рамок карт масштабов 1:500 000 и крупнее. Поэтому боковые стороны трапеции карт изображаются прямыми линиями.

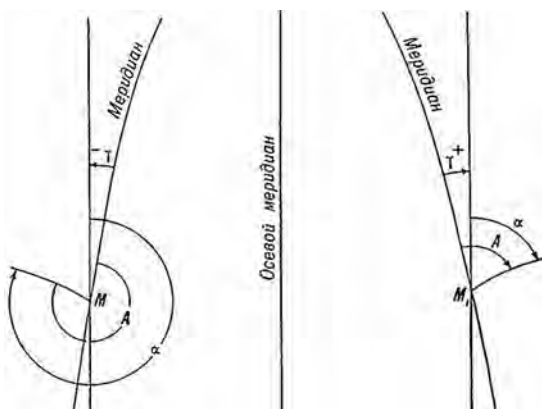


Рис. 4.18. Связь между дирекционным углом и сближением меридианов в проекции Гаусса–Крюгера

Уклонение параллелей от прямой линии превосходит графическую точность, которая начинает практически ощущаться на трапециях карт масштабов 1:100000 и мельче. Поэтому каждая параллель (северная и южная сторона) трапеции наносится:

- для карты масштаба 1:100000 по координатам 3-х точек;
- 1:200000 – 5-ти точек;
- 1:500000 – 7-ти точек.

Для построения северной и южной рамок этих карт требуется соответственно шесть, девять и четырнадцать точек (рис. 4.19).

Прямоугольные координаты вершин углов трапеции и промежуточных точек выбираются из специальных таблиц: 1) «Таблицы координат Гаусса–Крюгера для широт от 32° до 80°» (Геодезиздат, М., 1947 и 1963 г.); 2) «Таблицы прямоугольных координат углов рамок, размеров и площадей для трехградусных зон» (Геодезиздат, М., 1953 г.). Последние таблицы применяют при построении рамок карты масштаба 1:10000 и крупномасштабных планов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Для удобства обработки геодезических измерений, выполненных на стыке двух смежных зон, установлено взаимное перекрытие координатных зон по долготе. В этих случаях производится перевычисление прямоугольных координат из одной шестиградусной зоны в другую, смежную, с помощью «Таблиц для вычисления прямоугольных координат Гаусса–Крюгера из одной шестиградусной зоны в смежную шестиградусную зону» (Геодезиздат, М., 1947 и 1963 г.).

Количество узловых точек,
необходимых для построения рамок листов карт

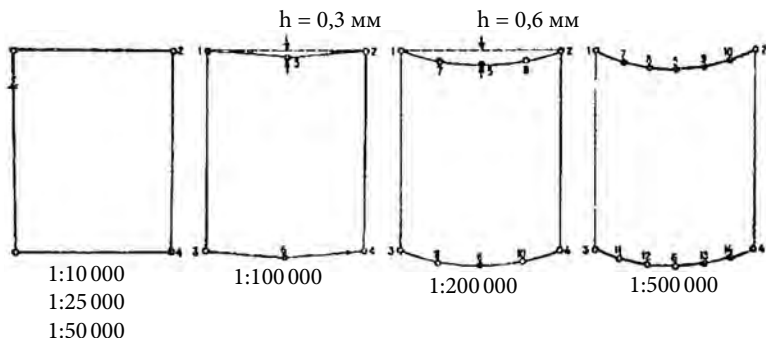


Рис. 4.19. Построение рамок карт в проекции Гаусса–Крюгера

В вводных частях всех вышеуказанных таблиц даются пояснения к пользованию ими и приводятся примеры выполняемых работ.

Вычисление проекции Гаусса–Крюгера сводится к выбору значений прямоугольных координат соответствующих таблиц, которые были указаны ранее. Эти вычисления выполняют в следующей последовательности:

1. По заданной номенклатуре листа карты определяют широты и долготы крайних меридианов и параллелей данного листа карты, а также долготу осевого меридиана (L_0) зоны, в которой находится этот лист карты (по сборной таблице или любым другим известным способом).

2. Вычисляют разности долгот всех узловых точек рамки данного листа карты ($l_{\text{зап}}$ и $l_{\text{вост}}$) относительно осевого меридиана.

3. Выбирают из таблиц (по аргументам широты южной и северной параллели, а также по разностям долгот соответствующих узловых точек) прямоугольные (действительные) координаты узловых точек рамки листа. Далее, если точка расположена к западу от осевого меридиана, то ее ординату надо вычесть из 500 км, а если она расположена к востоку от осевого меридиана, то к ее ординате надо прибавить 500 км, а затем перед полученным значением ординаты поставить номер зоны. Получают так называемые условные координаты.

4. Выбирают из таблиц значение сближения меридианов для средней точки листа карты по аргументу ее широты и разности долгот со средним меридианом зоны.

5. Вычисляют с помощью таблиц размеры рамок листа карты для контроля последующего построения.

6. Если на листе карты должна быть построена координатная сетка в смежной зоне, то выбирают прямоугольные координаты углов рамки листа по аргументу широты и разностям долгот от осевого меридиана смежной зоны.

Построение рамки листа карты в проекции Гаусса–Крюгера отличается простотой, точностью и быстротой и производится в следующем порядке:

1. На планшет наносится прямоугольная координатная сетка с принятыми интервалами (10 см для карты масштаба 1:10 000, 4 см для карты масштаба 1:25 000, 2 см для карт масштабов 1:100 000–1:500 000) любым известным способом, обеспечивающим требуемую точность. Сетка оцифровывается в соответствии с вычисленными координатами узловых точек рамки данного листа.

2. С помощью построенной координатной сетки наносятся все узловые точки рамки листа, количество которых зависит от масштаба карты. Следует учитывать, что если построение выполняется на координатографе, то эти две операции выполняются одновременно.

3. Вычерчивается рамка листа карты и производится оцифровка рамки и координатной сетки. Стороны рамки листа измеряются и сравниваются с размерами, выбранными из таблиц. Расхождения с теоретическими размерами не должны превышать допусков, данных в руководствах по составлению и подготовке к изданию соответствующих карт.

4. Если на листе карты должна быть построена координатная сетка в смежной зоне, то от углов рамки листа карты по найденным прямоугольным координатам наносят на сторонах рамки первые выходы километровой сетки в смежной зоне. Далее прочерчиваются выходы этой координатной сетки и она оцифровывается.

На этом построение рамки листа карты в проекции Гаусса-Крюгера заканчивается.

Построение прямоугольной сетки и рамок листа карты проверяется самим исполнителем и принимается соответствующими руководителями предприятий.

Точность всех графических построений должна быть в пределах $\pm 0,2$ мм.

4.11. Проекция карты масштаба 1:1 000 000

В 1909 г. в Лондоне на Международном геодезическом конгрессе были определены правила составления Международной карты мира, установлен масштаб, проекция, номенклатура листов. Согласно решению Лондонского конгресса, карта должна была составляться в масштабе 1:1 000 000 в видоизмененной простой поликонической проекции.

В 1913 г. в Париже на Международной конференции были приняты «Основные положения по созданию Международной миллионной карты мира».

Земная поверхность принимается за эллипсоид вращения и делится линиями меридианов и параллелей на трапеции. Каждая такая трапеция изображается на отдельном листе карты в видо-

измененной простой поликонической проекции. При сложении листов по рамкам они образуют многогранник. Система разграфки и номенклатуры показана на рис. 4.20.

Основные характеристики карты масштаба 1:1 000 000

Проекция применяется как многогранная. Обозначение трапеции установлено по рядам буквами латинского алфавита А, В, С и т. д., считаемым от экватора к полюсам, а по колоннам – арабскими цифрами 1, 2, 3 и т. д., считаемыми от меридиана с долгой 180° (по Гринвичу) против хода часовой стрелки. В широтах 60–76° листы номенклатурных карт сдваиваются по долготе, а в широтах 76–88° – счетверяются (рис. 4.21).

Номенклатура двоянных и счетверенных листов карты складывается из обозначений широтного пояса и соответственно двух или четырех колонн, например, Р-39,40.

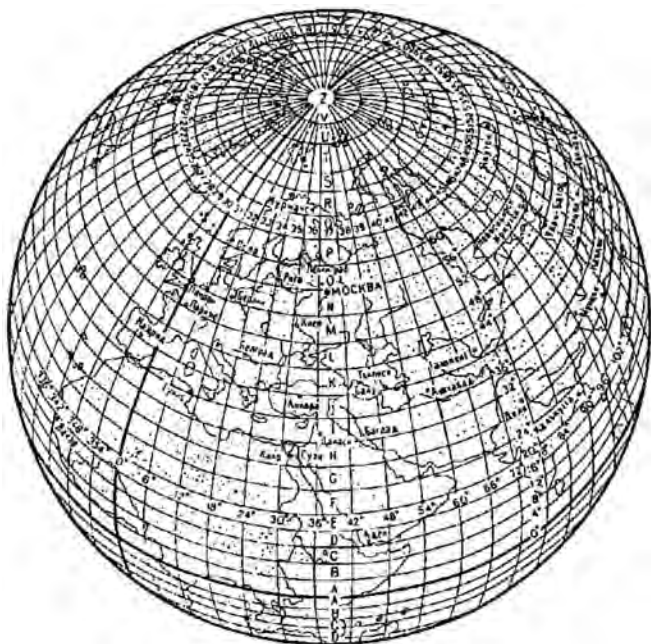


Рис. 4.20. Международная разграфка листов карты
масштаба 1:1 000 000

Крайние параллели проекции (северная и южная) – дуги окружностей, описанные радиусами, причем центры параллелей лежат на среднем прямолинейном меридиане.

Все меридианы – прямые линии.

Для крайних параллелей трапеции приняты масштабы длин, т. е. искажения длин линий отсутствуют.

Два меридиана, отстоящие от осевого (среднего) по долготе на $\pm 2^\circ$, а на двоемных $\pm 4^\circ$, на четверенных $\pm 8^\circ$, изображаются по длине без искажений.

Картографическая сетка строится через 1° как по широте, так и по долготе (на двоемных через 2° , через 4° – на четверенных).

В 1953 г. Центральное бюро Международной миллионной карты перестало существовать и его функции перешли Картографической службе при экономическом и социальном совете ООН.

В августе 1962 г. на технической конференции в Бонне были приняты новые технические условия по международной милли-

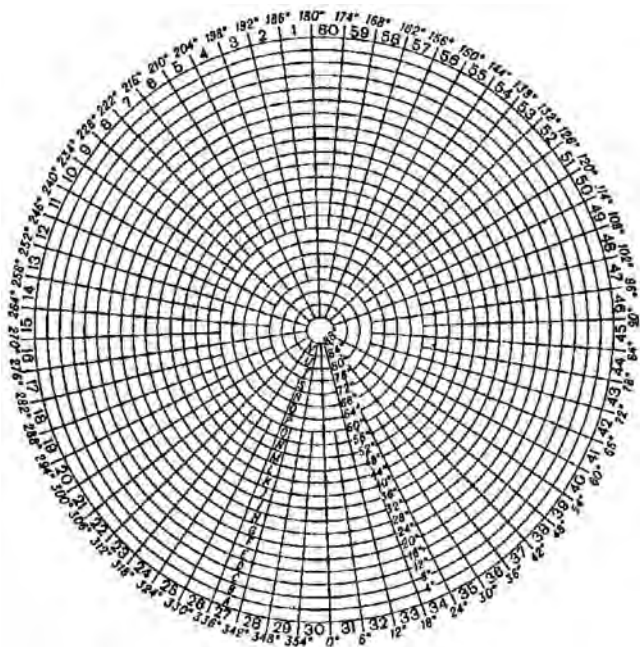


Рис. 4.21. Международная разграфка листов карты масштаба 1:1 000 000 (для одного полушария)

онной карте. В этих условиях основные требования у проекции карты остались прежними: меридианы должны быть прямыми линиями; параллели – дугами окружностей с центрами, лежащими на продолжении осевого меридиана; длины крайних параллелей сохраняются; не искажаются также два меридиана, удаленные от осевого на $\pm 2^\circ$.

В России топографическая карта масштаба 1:1 000 000 создается в соответствии с требованиями «Наставления по составлению и подготовке к изданию топографической карты масштаба 1:1 000 000». М., «Недра», 1971 г.

Карта составляется в поликонической видоизмененной проекции, применяемой как многогранная, вычисленной по параметрам эллипсоида Красовского. В этой проекции:

а) крайние параллели – дуги окружностей, сохраняющие геодезическую кривизну, т.е. описанные радиусами $\rho = N \cdot \operatorname{ctg} \varphi$, где N – длина нормали к земному эллипсоиду на широте φ данной параллели, уменьшенная в масштабе карты. Крайние параллели ортогональны среднему меридиану и длины вдоль них сохраняются;

б) меридианы листов – прямые линии, сохраняющие длину на долготах $\pm 2^\circ$ от среднего меридиана листа (для одинарных листов). Средний меридиан короче его длины в главном масштабе карты на величину, не превосходящую 0,19 мм для листов карты на территорию России;

в) карта издается в пределах широт от 0° до 60° одинарными листами с размерами 4° по широте и 6° по долготе, между параллелями $60\text{--}76^\circ$ сдвоенными листами с размерами соответственно 4° и 12° , между параллелями $76\text{--}88^\circ$ счетверенными листами 4° и 24° .

г) параллели на всех листах проводятся с интервалами в 1° широты, через точки, делящие каждый меридиан на четыре разных отрезка. Меридианы проводятся на одинарных листах и на сдвоенных листах ряда «Р» через 1° , на других сдвоенных и на счетверенных листах – через 2° ;

д) линии параллелей и меридианов, не являющиеся рамками листов, на одинарных листах разделяются на отрезки, равные $10'$, а на сдвоенных, кроме ряда «Р», и на счетверенных листах по параллелям выделяются отрезки, равные $20'$. Меридианы, являющиеся рамками листов, а на одинарных листах и на сдвоенных листах ряда «Р» также и параллели по рамкам делятся на отрезки через $5'$, а на остальных сдвоенных и счетверенных листах отрезки по этим параллелям проводятся через $10'$;

е) номенклатура листа карты складывается из обозначения ряда карты заглавными буквами латинского алфавита, начиная от экватора к северу и к югу, а колонки – арабскими цифрами, считая от меридиана 180° (Чукотский полуостров) с запада на восток;

ж) на вдвоенных и счетверенных листах слева помещается одинарный лист с нечетным номером колонки. Номенклатура этих листов складывается из буквенного обозначения ряда и соответственно двух или четырех цифр колонок, например: Q-39, 40 или U-37, 38, 39, 40;

з) на листах южного полушария справа ставится (правее номенклатуры) подпись (ЮП);

и) вычисление и построение картографической сетки выполняется с помощью специальных таблиц, данных в приложениях 1, 2, 3 «Наставления по составлению и подготовке к изданию» данной карты.

4.12. Нормальная равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора

Проекция разработана голландским картографом Герардом Меркатором в 1569 г. Геометрически она представляет собой поверхность земли, которая проектируется на цилиндр, касающийся экватора, причем ось цилиндра совпадает с осью шара или эллипсоида.

Меридианы и параллели в проекции Меркатора изображаются параллельными взаимно перпендикулярными прямыми линиями. Расстояния между меридианами пропорциональны расстояниям долгот. Длины параллелей увеличиваются с приближением к полюсу. На широте, равной 90° , искажение длины параллелей становится бесконечно большим. Для равноугольной проекции необходимо, чтобы масштабы вдоль меридианов и параллелей были равны $m = n$. Поэтому меридианы растягиваются в той же степени, что и параллели на соответствующей широте. Это обеспечивает одинаковое изменение масштабов в любой точке и по любым направлениям. Вид картографической сетки в проекции Меркатора при изображении поверхности всего земного шара показан на рис. 4.22.

Масштабы длин в проекции Меркатора сохраняются на экваторе, т. е. по линии касания цилиндра. С удалением от экватора искажения длин и площадей возрастают. По этой причине про-

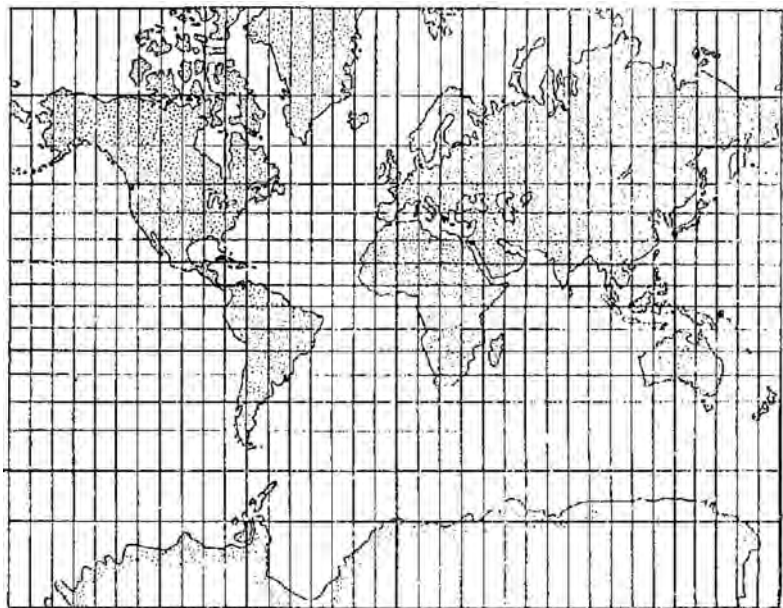


Рис. 4.22. Картографическая сетка в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора

екцию Меркатора для изображения больших территорий не применяют.

Плоские прямоугольные координаты x и y вычисляют по формулам:

для шара:

$$x = \frac{R \cos \varphi}{M} \operatorname{lg} \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right); \quad y = R \cos \varphi_0 \frac{\lambda}{\rho}; \quad (15)$$

$$\mu = \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}; \quad \rho = \mu^2; \quad (16)$$

для эллипсоида:

$$x = \frac{r_0}{M} \operatorname{lg} U; \quad y = r_0 \frac{\lambda}{\rho}; \quad \mu = \frac{r_0}{r}; \quad \rho = \mu^2. \quad (17)$$

В этих формулах за ось абсцисс x принято изображение начального меридиана, а за ось y – изображение экватора; R – радиус шара; μ и λ – широта и долгота точки, плоские прямоугольные координаты которой равны x и y ; μ_0 и r_0 – широта и радиус па-

раллели, по которой сохраняются длины, т. е. экватора; r – радиус параллели с широтой μ ; $M = 0,43429448$; μ – величина радиана, выраженного в той же мере, что и λ :

$$U = \left(\operatorname{tg} 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - i \sin \varphi}{1 + i \sin \varphi} \right)^{\frac{i}{2}}, \quad (18)$$

где i – эксцентриситет меридианного эллипса (для эллипсоида Красовского $i = 0,08181334$).

Проекция Меркатора тесно взаимосвязана с понятиями двух линий – локсодромии и ортодромии.

Локсодромия – линия на поверхности земного шара или эллипсоида, пересекающая меридианы под одним и тем же углом.

Ортодромия – дуга большого круга между двумя точками на поверхности земного шара или эллипсоида. Она является линией кратчайшего расстояния между этими точками.

Локсодромия в нормальной равноугольной проекции Меркатора изображается прямой линией. Это свойство проекции нашло широкое применение при составлении морских и аэронавигационных карт. Локсодромия используется при расчете и прокладке пути на небольшие расстояния и при выдерживании заданного пути по магнитному компасу. Однако при больших расстояниях между точками локсодромия на сфере значительно отходит от ортодромии (рис. 4.23).

В этом случае штурман ведет судно между точками A и B не по одному курсу, а по нескольким, меняя направление движения в точках a и b . Путь судна изобразится на карте в виде ломанных

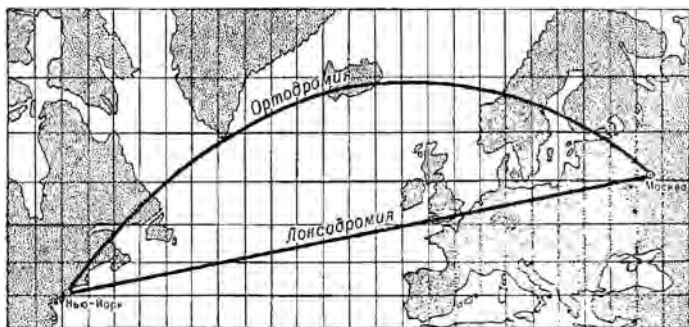


Рис. 4.23. Ортодромия и локсодромия между Нью-Йорком и Москвой на карте в проекции Меркатора

линий – хорд, вписанных в ортодромию. Судно из точки A к точке a пойдет под азимутом α_1 , из точки a к точке b под азимутом α_2 , из точки b к конечной точке B – под азимутом α_3 (рис. 4.24).

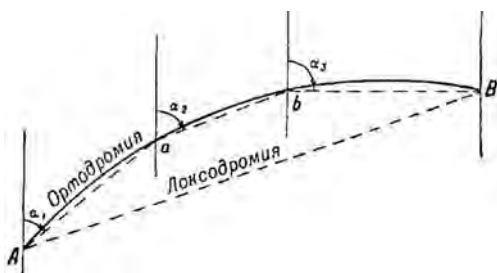


Рис. 4.24. Ортодромия и локсодромия на карте в проекции Меркатора

В связи с тем что для широт, близких к 90° , искажения в нормальной проекции Меркатора сильно возрастают, вместо нее применяют поперечную равноугольную цилиндрическую проекцию Меркатора, в которой цилиндр касается не экватора, а одного из меридианов. Меридиан касания условно называют квазиэкватором. Масштаб вдоль квазиэкватора принимают равным единице.

Значения всех величин в проекции Меркатора для морских карт выбираются из специальных таблиц, составленных Гидрографическим Управлением ВМФ:

1. Картографические таблицы. Эллипсоид Красовского. УНГС, 1957.

2. Таблицы для вычисления географических и прямоугольных координат. Для широт от 0 до 84° . Эллипсоид Красовского. УГС ВМФ, 1965.

Теория изображения данных проекций излагается в подробных курсах математической картографии и другой специальной литературе.

Глава 5

ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

5.1. Требования к условным знакам карт и планов

Условные знаки – это система графических обозначений (фигур и символов) для показа на картах местоположения различных предметов и явлений, их количественных и качественных характеристик.

Для изображения на картах и планах различных объектов применяются картографические условные знаки нескольких типов.

Линейные условные знаки изображают на картах и планах объекты линейного характера, длина которых выражается в масштабе карты. К ним относятся: дороги, линии связи, ручьи, береговая линия моря, озера, изгороди и т. д. (рис. 5.1).

Линейные условные знаки используются для изображения реальных или абстрактных объектов, локализованных по некоторой линии. Они имеют разный рисунок и цвет, передают различные качественные и количественные характеристики.

Линейный условный знак является внесмаштабным по ширине, но его ось должна совпадать с положением реального объекта на местности.

При неопределенности или нечеткости границы изображаемого объекта линейный знак изображается комбинацией линий (сплошная линия, пунктирная линия), например, положение береговой линии моря во время приливов и отливов.

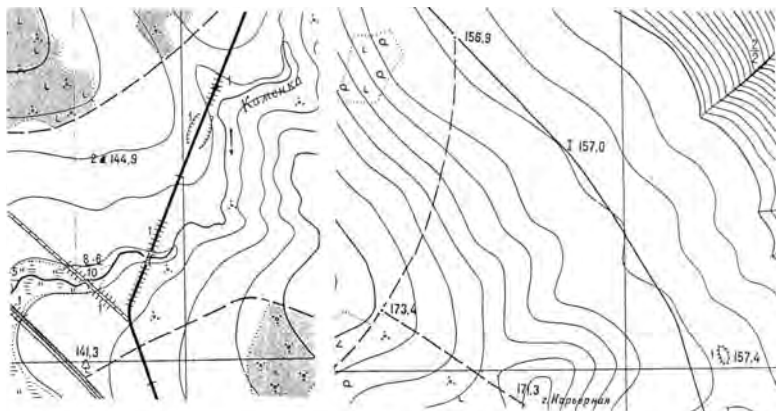


Рис. 5.1. Изображение линейных условных знаков на картах и планах

При изображении линейных знаков на составительских (первичных) оригиналах карт применяют простейшие чертежные инструменты: ручки с чертежными перьями, рейсфедеры, вращающиеся рейсфедеры (кривоножки одинарные и двойные), кронциркули – для вычерчивания дуг и окружностей различных диаметров.

Линейные условные знаки сохраняют подобие объектов по длине, но по ширине могут значительно превышать истинные размеры, например условный знак железной дороги на карте масштаба 1:1 000 000 увеличивает ее ширину в 75–100 раз.

Особый вид линейных условных знаков – изолинии, которые соединяют точки с одинаковыми значениями какого-либо показателя. Например, линии равных высот – горизонтали; линии равных глубин – изобаты; линии одинакового магнитного склоения – изогоны и т. д.

Внемасштабные условные знаки изображают объекты, площади которых не выражаются в масштабе карты (рис. 5.2).

На топографических картах и планах внемасштабные условные знаки изображают, как правило, местные предметы и ориентиры (заводы и фабрики, не выражающиеся в масштабе карты, церкви и мечети, памятники, геодезические и астрономические пункты, нивелирные знаки и т. п.).

Внемасштабные условные знаки имеют самый разнообразный рисунок. По форме и внешнему виду различают геометрические, символические, художественные и буквенные условные знаки.

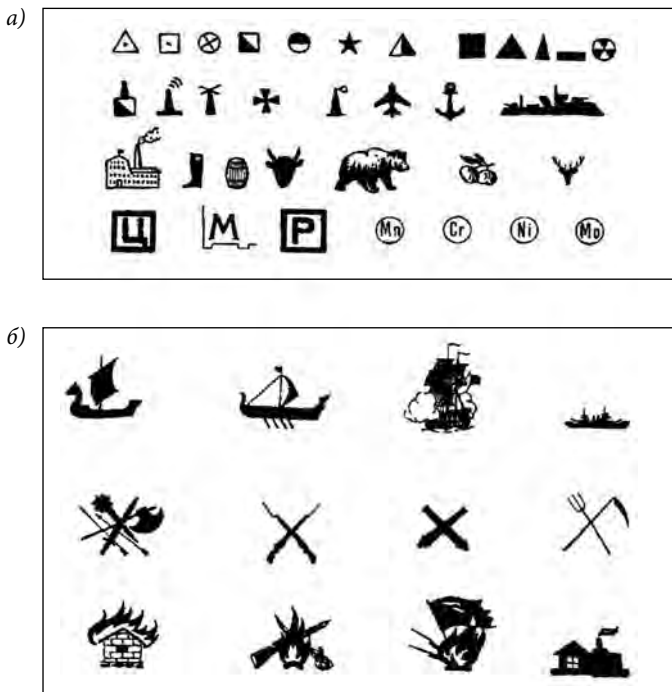


Рис. 5.2. Примеры немасштабных условных знаков:

а – геометрические, символические, художественные, буквенные; б – художественные знаки исторических карт

Геометрическими знаками изображают на топографических картах и планах опорные пункты геодезической и нивелирной сетей, местоположение которых должно быть обозначено с наибольшей точностью.

Символические условные знаки отличаются более сложной формой, но они и более наглядны, так как напоминают своим очертанием внешний вид изображаемых объектов и понятны без пояснений.

Художественные знаки создают наиболее образное представление об изображаемых объектах или явлениях, однако они очень сложны по начертанию, занимают большую площадь на карте и не дают точной локализации объектов. Эти условные знаки применяют лишь на специальных картах, например, исторических, экономических и т. д.

Буквенные знаки в виде одной или двух букв русского или латинского алфавита характерны также для специальных карт, например, показах местонахождения на картах полезных ископаемых.

Площадные картографические условные знаки изображают объекты в их действительном очертании в масштабе карты. Они состоят из самого контура (линия или пунктир) и заполняющих значков или фона (цветной заливки или сетки). К ним относятся условные знаки площадей растительного покрова (леса, кустарники, луга и т. п.), площадей грунтов (пески, галечники и т. п.), контуры населенных пунктов, отдельных построек и зданий, выражающихся в масштабе карты, районы всевозможной деятельности человека или сил природы (районы добычи полезных ископаемых открытым способом, оползни, осыпи и т. п.). При этом контуром передается местоположение и геометрические очертания объектов, а значки и фон дают качественную характеристику (рис. 5.3).

Условные знаки разрабатываются в соответствии с назначением карты. Они должны раскрывать и показывать содержание карты, делать доступной для широкого круга потребителей.

К условным знакам топографических карт и планов предъявляются следующие основные требования:

- содержание карты должно быть передано полно, но возможно меньшим количеством условных знаков;
- обеспечивать необходимую точность изображения;
- условные знаки должны быть наглядными, выразительными, удобочитаемыми и легко запоминаться;
- условные знаки топографических карт и планов всего масштабного ряда должны быть согласованы между собой.

В настоящее время при создании топографических карт и планов применяются следующие условные знаки:

1. Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10000. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М., 1968 г.

2. Условные знаки, образцы шрифтов и сокращений для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000. ВТУ ГШ. М., 1983.

3. Условные знаки, образцы шрифтов и сокращений для топографических карт масштабов 1:200000 и 1:500000. ВТУ ГШ. М., 1983.

4. Условные знаки и образцы шрифтов для топографической карты масштаба 1:1 000 000. ГУГК, Недра. М., 1973.

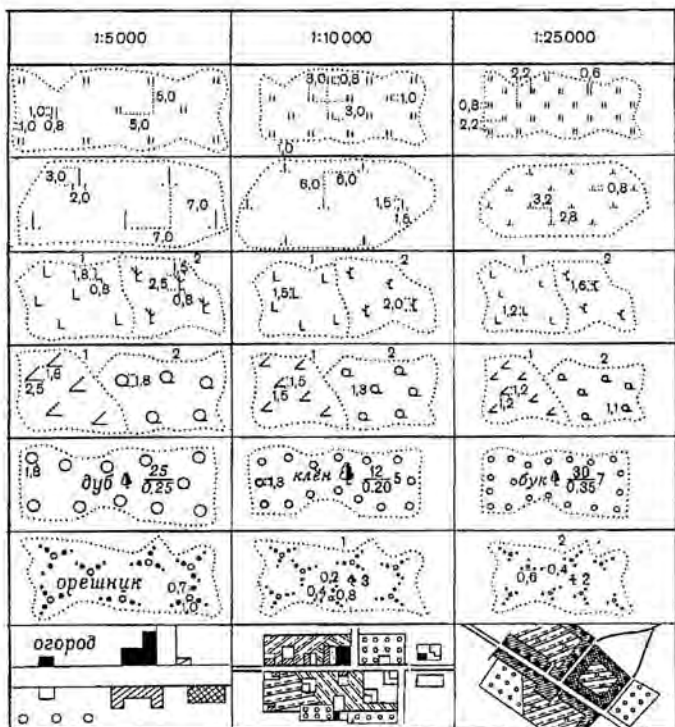


Рис. 5.3. Площадные условные знаки

5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГУГК, ФГУП Картгеоцентр. М., 2005.

Все перечисленные условные знаки обязательны для всех ведомств и учреждений Российской Федерации, выполняющих картографические работы.

5.2. Изображение населенных пунктов на картах и планах

Населенные пункты являются важным показателем освоенности территории, размещения населения, экономики страны. При их изображении необходимо определять их классификацию, типичные черты и особенности.

На топографических картах и планах классификация населенных пунктов определяется типом поселения, по которому они делятся:

- на крупные города (с населением 50 000 жителей и более);
- малые города (с населением менее 50 000 жителей) и поселки городского типа (фабрично-заводские, железнодорожные и т. п.);
- поселки сельского и дачного типа, которые могут быть с квартальной, рядовой, бессистемной или рассредоточенной застройкой.

Детальность изображения крупных и малых городов, характера планировки и плотности застройки зависит от масштаба карты и плана.

На топографических планах масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 все постройки подробно изображают по контурам и габаритам их цоколей, показывая все выступы и архитектурные детали размером 0,5 мм и более в масштабе соответствующего плана.

Все здания на топографических планах подразделяется на жилые и нежилые, огнестойкие и неогнестойкие. На планах масштабов 1:2000, 1:1000 и 1:500 внутри условных знаков построек цифрами передают этажность, а буквами – материал стен (только для огнестойких) и назначение здания: Ж – жилая, К – каменная, кирпичная, М – металлическая, СМ – смешанная (рис. 5.4).

На планах всех масштабов детально изображают улицы, площади, заборы и ограждения, линии электропередач и связи, промышленные объекты и сооружения коммунального хозяйства (табл. 1–23 [21]).

На топографических картах масштабов 1:10000–1:1000000 изображение городов при уменьшении масштаба карты подвергается значительному обобщению (генерализации).

На топографической карте масштаба 1:10 000 наиболее детально изображают крупные города, где показывают все постоянные постройки с подразделением на огнестойкие и неогнестойкие, жилые и не жилые (рис. 5.5). В остальном подробность изображения значительно уменьшается в сравнении с топографическими планами (табл. 1–10 [20]).

При изображении поселков сельского и дачного типа с бессистемной и рассредоточенной застройкой на планах всех масштабов и на карте масштаба 1:10000 подробность ситуации максимально сохраняется (рис. 5.6).

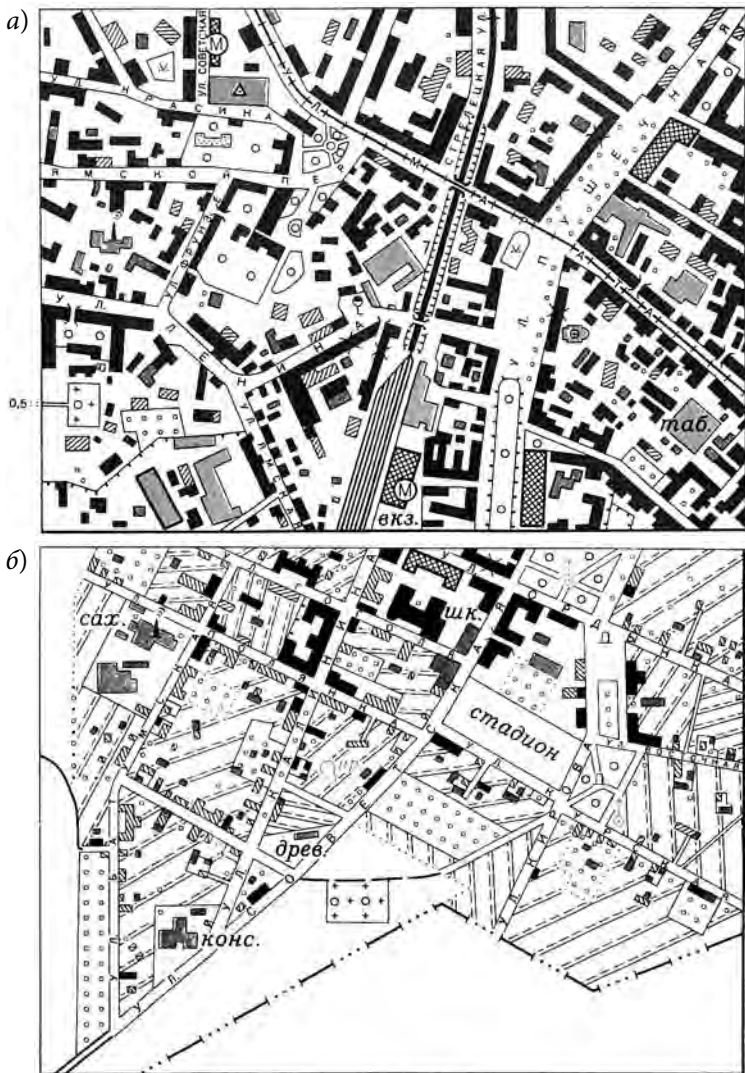


Рис. 5.5. Изображение крупного (а) и малого (б) городов на топографической карте масштаба 1:10000

На картах масштабов 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 поселки сельского и дачного типа, как правило, показывают все лишь в малонаселенной степной, полупустынной и пустынной мест-

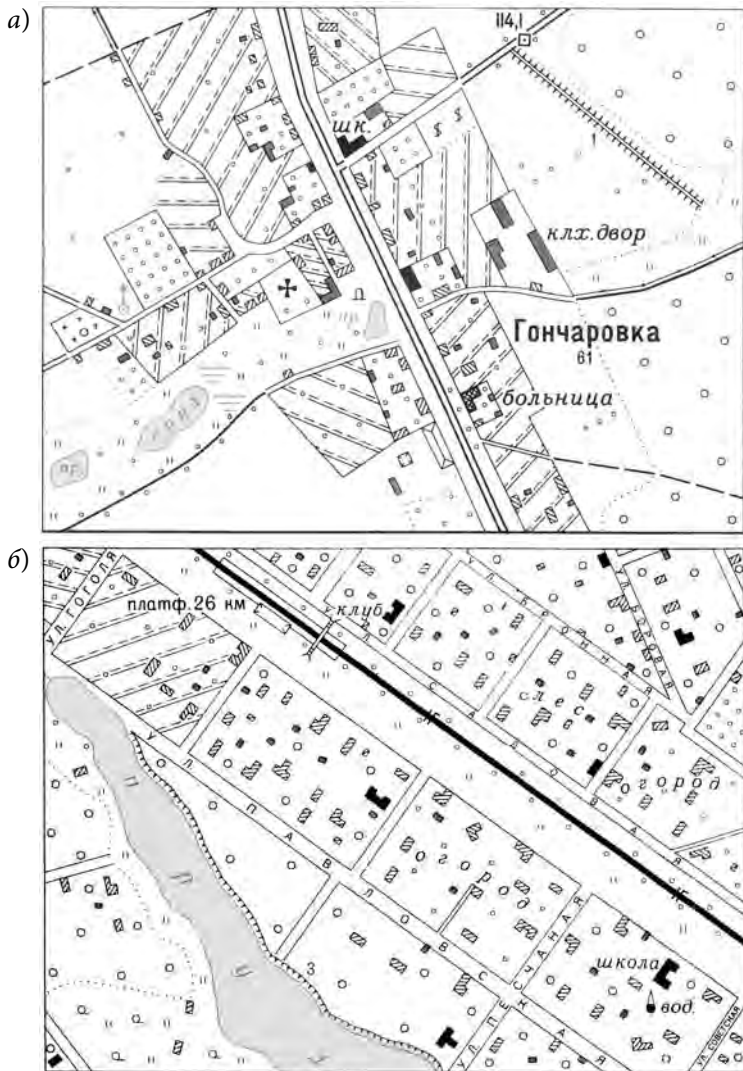


Рис. 5.6. Изображение поселков сельского (а) и дачного (б) типов с квартальной рядовой застройкой на топографической карте масштаба 1:10000

ности. В густонаселенной местности их показывают только при наличии площади на карте.

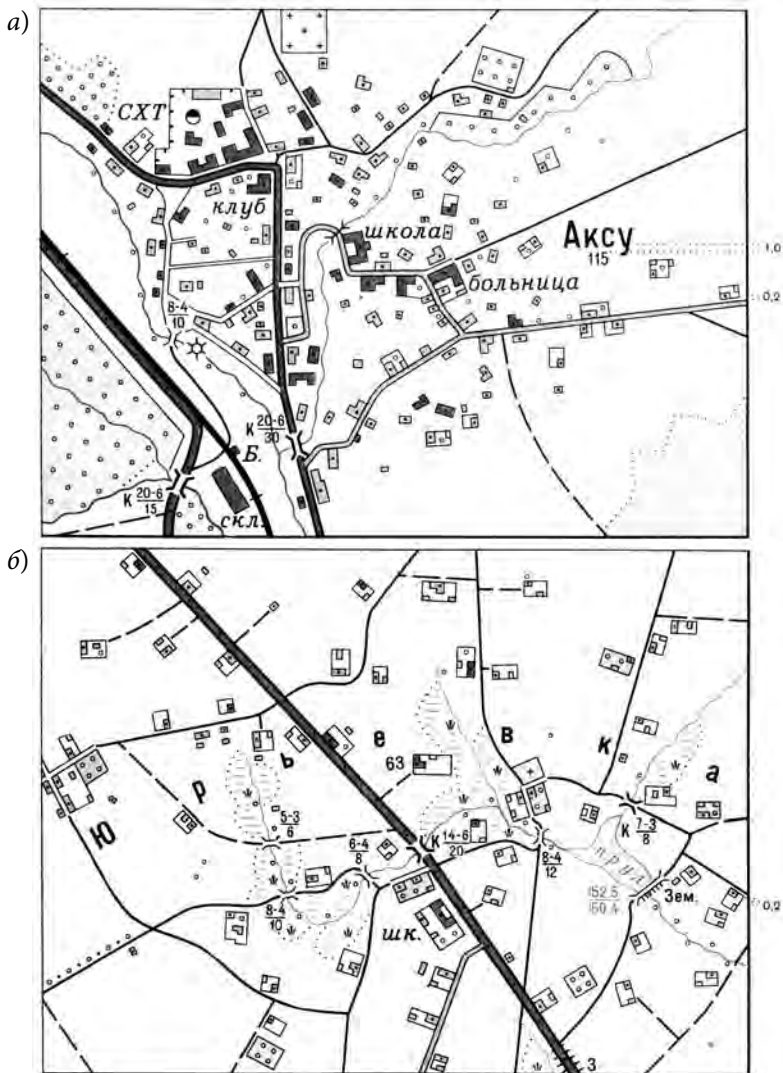


Рис. 5.7. Изображение поселков сельского типа на карте масштаба 1:10000:
системная (а) и рассредоточенная (б) застройки

При составлении или подготовке к изданию оригиналов карт и планов изображение каждого населенного пункта выполняется в следующей последовательности:

- геодезические пункты, выдающиеся здания и ориентиры;
- железные дороги, главные улицы и гидрографические объекты;
- второстепенные улицы и проезды, кварталы и постройки;
- заполнение контуров растительного покрова и изображение рельефа.

После изображения всех элементов населенного пункта определяется место для подписи его названия. Подписи названий неизбежно закрывают другое содержание карты, поэтому их размещение должно выполняться грамотно и внимательно.

5.3. Изображение дорог на картах и планах

Дорожная сеть определяет связь между населенными пунктами, имеет важное значение при решении задач экономики, административных и культурных вопросов, военных расчетов по перевозкам войск и грузов.

Дороги служат хорошим ориентиром при работе с картой на местности. На топографических картах и планах дороги показывают с максимально возможной подробностью и точностью в зависимости от масштаба карты или плана.

Все дороги в зависимости от способа передвижения по ним, характера покрытия, степени совершенства и качественного состояния подразделяются на следующие группы:

- а) железные дороги;
- б) автомагистрали (автострады);
- в) усовершенствованное шоссе (покрытие из асфальтобетона и т. п.);
- г) автодороги с покрытием переходного типа (гравий, щебень);
- д) автодороги без покрытия (улучшенные грунтовые);
- е) грунтовые проселочные дороги;
- ж) полевые, лесные, зимние дороги;
- з) караванные пути и вьючные тропы;
- и) пешеходные тропы.

Железные дороги по числу путей подразделяют на топографических картах масштабов 1:10000–1:1000000 на одно-, двух- и трехпутные. Число путей обозначаются поперечными штрихами на линиях знаков железных дорог. Для обозначения электрифицированных железных дорог один из штрихов, указывающих число путей, дается дополнительным продольным штрихом.

По ширине рельсовой колеи железные дороги делятся на ширококолейные (1524 мм) и узкоколейные (600, 750, 1000, 1067 мм).

Особыми видами железных дорог являются подвесные, фуникулеры, бремсберги и трамвайные пути.

Наиболее подробно железные дороги и сооружения при них показывают на топографических планах. На планах масштабов 1:1000 и 1:500 показывают каждый рельс (кроме станционных путей). Условные знаки опор контактной сети, опор монорельсовых и подвесных дорог наносят на местах в соответствии с натурой. Подробно и точно изображают все объекты, относящиеся к железным дорогам: вокзалы, будки, блокпосты, шлагбаумы, семафоры, километровые столбы, переезды, насыпи и выемки (рис. 5.8).

Шоссейные и грунтовые дороги изображаются на картах и планах различными условными знаками в зависимости от технического совершенства, ширины проезжей части, конструкции основания, типа покрытия и других характеристик, установленных инструкциями государственных органов по делам строительства автодорог (рис. 5.9).

Условный знак автомагистралей (автострад) применяется для показа автодорог высшего класса, предназначенных для массового скоростного движения (более 7000 автомобилей в сутки). Такие дороги имеют две проезжие части шириной 7,5 м и более, имеют цементобетонное покрытие, мостовые из брусчатки и мозаики на бетонном или каменном основании. Разделительные полосы между встречными направлениями движения должны быть не менее 5 м, ширина обочин по 3,75 м. Продольные уклоны должны быть не более 30 %, а пересечения с железными и автомобильными дорогами, как правило, на разных уровнях.

Условный знак усовершенствованных шоссе применяется для показа автодорог с интенсивностью движения от 1500 до 7000 автомобилей в сутки. Такие дороги должны иметь проезжую часть шириной не менее 7 м с прочным покрытием из асфальтобетона или других покрытий, отвечающих техническим требованиям для дорог II и III категорий.

Условным знаком автодорог с покрытием переходного типа (гравий, щебень) показывают дороги шириной проезжей части 5–6 м, относящиеся к IV и V категориям. Материал покрытия автодорог обозначается условными сокращенными подписями: А – асфальтобетон, асфальт; Б – булыжник; Бм – битумоминеральная смесь; Бр – брусчатка; Г – гравий; К – камень колотый; Ц – цементобетон; Шл – шлак; Щ – щебень.

Названия условных знаков	Изображение
Железные дороги и сооружения при них	
Трехпутные железные дороги [36]	
Двухпутные железные дороги [36]	
Однопутные железные дороги и здание остановочного пункта [36, 38]	
Электрифицированные железные дороги: а) трехпутные; б) двухпутные; в) однопутные; г) блокпосты [36, 38]	
Монорельсовые железные дороги	
Платформы и погрузочно-разгрузочные площадки [39, 40]	
Будки, разъезды, казармы и тупики [38, 41]	
Семафоры и светофоры мачтовые [42]	
Прожекторные вышки, светофорные арки фермовые и путевые посты	
Железные дороги по насыпям (3 – высота насыпи в метрах) [43]	
Железные дороги в выемках (2 – глубина выемки в метрах) [43]	
Железные дороги на склонах, укрепленных подпорными стенками (5 и 4 – высота подпорной стенки) [45]	
Туннели (числитель – высота и ширина, знаменатель – длина туннеля в метрах) [45]	
Полотно разобранных железных дорог [46]	
Строящиеся железные дороги нормальной колеи [47]	

Рис. 5.8. Изображения объектов, относящихся к железным дорогам

На картах и планах показывают соответствующими условными знаками дороги и тропы разной проходимости: грунтовые проселочные (профилированные, без укрепления полотна, непрофилированные, накатанные автогужевым транспортом и т. п.); полевые и лесные дороги, используемые сезонно в периоды полевых работ, проходящие через замерзшие болота, озера и т. п.;

караванные пути, вьючные пешеходные тропы в полупустынях, пустынях и горных районах (см. рис. 5.9).

Изображение дорог на картах и планах при составлении и подготовке к изданию выполняют в последовательности от высших классов к второстепенным: железные дороги, автострადы, шос-

Названия условных знаков	Изображение	
	на съемочном оригинале	на красочном оттиске
Автострადы (8 – ширина одной полосы в метрах, 2 – количество полос, Ц – материал покрытия) [56, 66, 67]		
Усовершенствованные шоссе [57, 66]		
Шоссе (5 – ширина покрытой части; 9 – ширина всей дороги от канавы до канавы в метрах; Б – материал покрытия) [58, 66]		
Улучшенные грунтовые дороги (8 – ширина проезжей части дороги в метрах) [59, 66]		
Дороги с деревянным покрытием [60]		
Грунтовые (проселочные) дороги [61, 66]		
Полевые и лесные дороги [62, 68]		
Караванные пути и вьючные тропы [63, 68]		
Пешеходные тропы [64, 68]		
Зимние дороги [65, 69]		
Прогоны с изгородями шириной менее 10 метров		
Строящиеся автострადы		
Строящиеся усовершенствованные шоссе		
Строящиеся шоссе		
Строящиеся улучшенные грунтовые дороги		

Рис. 5.9. Изображения объектов, относящихся к шоссейным и грунтовым дорогам

се и т. д. При изображении дорог согласуют их с другими элементами – гидрографии, населенными пунктами, рельефом и другими.

5.4. Изображение гидрографии на топографических картах и планах

К гидрографии относятся: моря, озера, реки и ручьи, каналы и канавы, колодцы, ключи и родники. Кроме изображения самих водных объектов, важными элементами содержания карт и планов являются их характеристики и гидротехнические сооружения.

Изображение объектов гидрографии при оформлении оригиналов карт и планов выполняется обычно в следующем порядке:

- гидротехническое сооружение (мосты, плотины, дамбы и т. д.);
- береговая линия морей, крупных озер, водохранилищ и рек;
- крупные притоки рек, малые озера, каналы и канавы;
- колодцы, родники, ключи.

Однако в зависимости от особенностей района порядок изображения объектов гидрографии может быть изменен, например, в степной, полупустынной и пустынной местностях изображение колодцев имеет первостепенное значение.

Подробность изображения гидротехнических сооружений и их характеристик зависит от масштаба карты или плана и картографируемого района. На карте масштаба 1:10000 даются наиболее подробные характеристики мостов: в числителе – длина и ширина в метрах, в знаменателе – грузоподъемность в тоннах, перед дробью указывается материал постройки (К – каменный, Бет – бетонный, ЖБ – железобетонный, М – металлический). У обозначения мостов через судоходные реки дополнительно к общей характеристике указывается перед дробью высота низа фермы над уровнем воды в межень (рис. 5.10).

На топографических планах масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 мосты, плотины, дамбы и другие гидротехнические сооружения даются с максимально возможной подробностью в соответствии с их натурой и наличием места на плане (рис. 5.11).

Изображение морских берегов включает: береговую зону – часть суши, примыкающей к морю и находящейся под воздействием волн прибоя; береговую линию с приливно-отливной полосой; побережье – мелководная часть моря, примыкающая к суше.

Главным элементом изображения на картах и планах является береговая линия – пересечения поверхности моря с сушей. Она

Названия условных знаков	Изображение
Мосты длиной 13 метров и более изображаются в масштабе карты: 8 – высота над уровнем воды (через судоходные реки), 182 – длина, 6 – ширина в метрах и 10 – грузоподъемность в тоннах [89, 90, 93]	
Мосты деревянные однопролетные	
Мосты деревянные двухпролетные [93]	
Мосты каменные, бетонные и железобетонные трехпролетные [93]	
Мосты металлические однопролетные	
Мосты металлические двухпролетные [93]	
Мосты двухъярусные каменные, бетонные и железобетонные двухпролетные с шоссе под железной дорогой [93]	
Мосты двухъярусные металлические однопролетные с шоссе над железной дорогой	
Мосты деревянные	
Мосты каменные и железобетонные	
Мосты металлические	
Мосты цепные и канатные	
Мосты на плавучих опорах (плотах, судах, понтонах)	
Мосты на железной и шоссейной дорогах, расположенные:	
на общем пролетном основании [93]	
на разобщенных основаниях [93]	

Рис. 5.10. Изображения гидротехнических сооружений на карте масштаба 1:10000

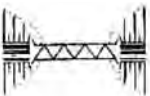
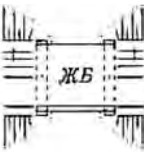

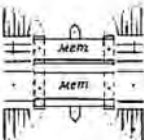


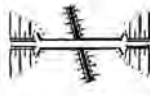
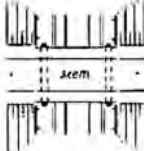
№	Названия условных знаков	Изображение на планах масштабов	
		1:5000, 1:2000	1:1000, 1:500
		а)	б)
253	Мосты, по которым железная дорога и шоссе проходят рядом (мосты с совмещенной ездой):		
	а) на общем пролетном строении,		
	б) на разобщенных пролетных строениях, но на общих опорах		
254	Путепроводы:		
	а) железнодорожные над шоссе или железной дорогой,		
	б) автодорожные над железной или шоссе или дорогой		
255	Характеристика мостов: 6 – высота низа пролетного строения над уровнем воды (на судоходных реках); 370 – длина моста, м; 10 – ширина проезжей части, м; 18, 13, 10 – автомобильная нагрузка (грузоподъемность), т	$6 \frac{370 - 10}{18} \quad \quad 13$	10

Рис. 5.11. Изображения гидротехнических сооружений на топографических планах масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500

является средним многолетним положением уровня моря. Если высота прилива менее одного метра, то береговая линия совпадает с линией приобья. При значительных приливно-отливных колебаниях за береговую линию принимают линию уреза воды

во время максимального прилива. Рядом с ней показывают участок берега, осыхающий в период отлива, называемый полосой осушки. На карте масштаба 1:10000 полосу осушки показывают при ширине 5 мм в масштабе карты, а на картах масштаба 1:25000–1:1000000 – менее 2 мм. Условными знаками изображается грунт осушки (песчаный, галечниковый, каменистый). Эти данные обычно переносятся с морских навигационных карт, с которых заимствуют также и другие объекты прибрежной зоны – изобаты и отметки глубин, скалы, рифы, отмели, маяки, якорные стоянки и другие данные.

Озера, водохранилища и пруды показывают на планах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 практически все, а на картах масштаба 1:25000–1:1000000 – имеющих площадь более 2 мм² в масштабе карты.

Берега крупных озер изображаются аналогично морским: скалистые, каменистые, песчаные, обрывистые, болотистые, с пляжем и без пляжа, пересыхающие или с постоянным уровнем. Кроме характера берегов озер, важное значение имеет показ в них качества воды (пресная, минеральная, соленая, горько-соленая), которое передается пояснительными подписями.

Береговая линия озер и водохранилищ и урезы воды в них даются в меженный период (наиболее устойчивый уровень воды).

В зависимости от картографируемого района, при наличии большого количества озер выполняется отбор изображений на карте при сохранении относительной густоты, формы, размеров, характера расположения (в виде цепочек, рядов, групп и т. п.).

Реки и ручьи, каналы и канавы, колодцы и родники являются важным элементом гидрографии и изображаются на картах и планах с наибольшей подробностью, что обусловлено их важным народнохозяйственным значением. Реки и ручьи показывают при их длине более 1 см в масштабе карты.

Основными характеристиками рек являются их ширина, глубина, скорость течения, протяженность, извилистость и расчлененность русла, особенности строения дна, берегов и поймы. При изображении грунта дна реки показывают подводные и надводные камни, перекаты, мели и отмели, а для характеристики транспортного значения реки выделяют важные речные объекты – порты, пристани, причалы, якорные стоянки, волноломы, шлюзы, дамбы, валы, маяки, буи и т. д. Все эти данные передаются графически или цифровыми и буквенными подписями.

Реки и ручьи изображаются в одну или две линии. Если ширина превышает 0,4–0,5 мм в масштабе карты, то ее показывают в две линии по 0,1 мм с просветом 0,3 мм. При изображении рек и ручьев в одну линию ее постепенно утолщают от истока к устью от 0,1 до 0,5 мм, чтобы было четко видно направление течения и его скорость. Из других данных важными являются показ бродов, их ширина, глубина и грунт дна. Отметки урезов воды даются через 10–15 см. В местах, удобных для прочтения, дается собственное название реки или ручья.

Из других объектов гидрографии на картах показывают небольшие каналы, канавы мелиорации, колодцы, родники, ключи. На каналах, как и на реках, дают их ширину, длину, грунт дна. В засушливых и пустынных районах наносятся, как правило, все колодцы, родники, ключи, дождевые ямы, где указывают количество воды в них, время наполнения в литро-часах, их собственные названия.

5.5. Изображение растительного покрова, грунтов, границ

Растительный покров и грунты являются важными частями природного ландшафта и имеют большое народнохозяйственное значение при учете природных ресурсов, организации сельскохозяйственных работ, проведения почвенных, мелиоративных, лесоустроительных и других работ.

Растительный покров и грунты имеют важное военное значение, влияя на условия проходимости, наблюдения, маскировки войск.

Растительный покров подразделяют по виду растительных сообществ (фитоценозов), а грунты – по механическому составу частиц и внешнему виду.

На топографических картах и планах выделяют следующие виды растительности: древесная (леса, поросль леса, лесные питомники, узкие полосы леса, отдельные деревья); кустарниковая и кустарничковая (орешник, боярышник, шиповник, стланник, саксаул и т. д.); полукустарниковая (полынь, терескен, верблюжья колючка); травянистая (луговая, степная, высокотравяная, тростники и камыши); моховая и лишайниковая.

Наряду с перечисленными естественными видами растительности на картах и планах различными условными знаками пока-

зывают многие виды культурной растительности: сады (фруктовые, цитрусовые, ягодные), виноградники, плантации пищевых и технических культур.

Грунты на картах и планах делят на: скальные грунты или каменные поверхности (выходы коренных и скальных пород в начальной стадии их разрушения); нескальные грунты (галечные, щебеночные, глинистые, пески); поверхности с микрорельефом (кочковатые, полигональные, бугристые); болота, солончаки, такыры (табл. 76–81 [21]).

При изображении леса применяют условные знаки, с помощью которых леса делятся на хвойные, лиственные и смешанные. При характеристике древостоя подписывают средние значения высоты, толщины деревьев и расстояния между ними. Эти характеристики дают при площади не менее 2 см^2 в масштабе карты, а на больших массивах на площадях не менее 10 см^2 .

Кустарниковая растительность изображается с подразделением на сплошные заросли, группы кустарников и отдельные кусты. При площади в масштабе карты дается порода и средняя высота кустарников.

Низкорослая кустарничковая растительность (брусника, клюква, черника, голубика и др.) высотой менее 0,8 м и полукустарники выделяются различными условными знаками и подписями.

Моховая и лишайниковая растительность характерна для обширных пространств тундры, где она сочетается с низкорослой растительностью.

На картах и планах подписываются собственные названия лесов, болот, песков и различных урочищ.

На топографических картах наносятся границы политического и административного деления: границы государств, национальных республик, краев, областей, автономных областей и национальных округов. В северных морях наносится граница полярных владений Российской Федерации. На карте масштаба 1:10 000 показываются границы городских земель, а на планах масштабов 1:5000 и 1:2000 – границы районов и другие границы, предусмотренные городским кадастром.

Государственные границы наносятся особенно тщательно по материалам демаркации или договорным картам. Пограничные знаки (столбы) должны наноситься по координатам и сопровождаться номером, названием или литерой. Рисунок условного знака государственной границы строго согласовывается с другими элементами карты – горными хребтами, реками, массивами

леса и т. д. Например, граница по реке должна быть нанесена так, чтобы не возникало сомнений в принадлежности островов, проток, стариц и т. д.

Политико-административные внутренние границы государства обычно наносятся на карты в соответствии с их положением на местности без закрепления пограничными знаками. Но с распадом государства возникают многочисленные сложности между бывшими союзными национальными образованиями в определении границ, что приводит к локальным войнам. Отсюда следует вывод о важном значении границ и их тщательном нанесении на топографические карты и планы в соответствии с достигнутыми межгосударственными договорами.

Прочие внутренние границы показываются, как правило, в соответствии с дежурными картами, которые составляются и постоянно поддерживаются на уровне современности центральными и местными органами Государственного геодезического надзора.

5.6. Изображение рельефа на топографических картах и планах

Изучением рельефа Земли занимается наука геоморфология, которая определяет формы и типы рельефа, их происхождение, размещение на земной поверхности и дальнейшее развитие.

Под термином «рельеф» понимают совокупность всех форм поверхности литосферы. Современный рельеф образовался в результате длительного развития.

Геоморфология дает четкое и строгое описание рельефа для таких наук, как геодезия и картография. Она определяет терминологию форм и элементов рельефа. Элементами форм рельефа считают линии, точки и поверхности (границы), ограничивающие формы рельефа (рис. 5.12).

Тип рельефа – определенные сочетания форм рельефа, повторяющихся на литосфере и имеющих сходное происхождение, геологическое строение и историю развития.

Изображение рельефа на картах и планах является одной из сложных задач картографии. Трудность воспроизведения заключается в том, что необходимо пространственное изображение показать на плоскости, отобразив при этом характерные формы рельефа, его типы и особенности.

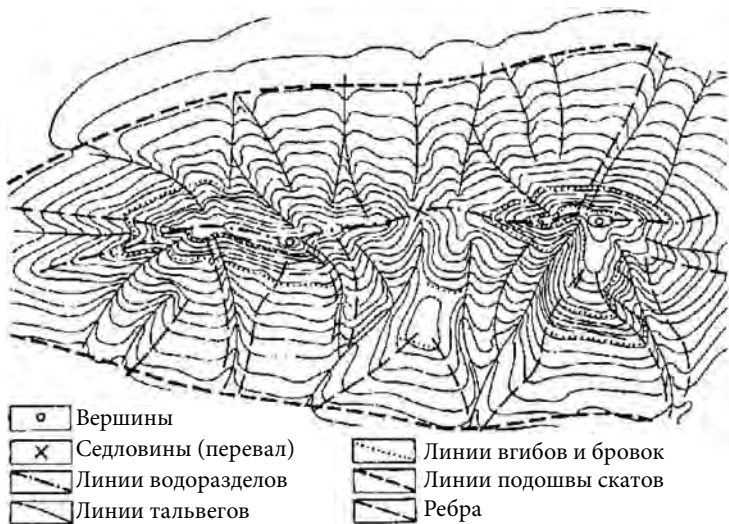


Рис. 5.12. Элементы форм рельефа

На топографических картах масштабов 1:10000–1:200000, а также на планах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 рельеф изображается горизонталями, специальными условными знаками скал, осыпей, обрывов, промоин и т. д. Изображение рельефа дополняется числовыми отметками высот, подписями горизонталей, указателями направления скатов (бергштрихами), отметками высот и глубин положительных и отрицательных форм рельефа, например, высота насыпи, глубина оврага и т. п.

На картах масштабов 1:500000 и 1:1000000, кроме того, применяется гипсометрическая раскраска и отмывка рельефа.

Существенным вопросом при изображении рельефа горизонталями является выбор высоты сечения, которая определена в «Основных положениях по содержанию топографических карт».

В пределах одного листа основная высота сечения рельефа не меняется. Для более подробной характеристики пологих склонов и изображения деталей рельефа, не выражающихся горизонталями основного сечения, применяются полугоризонталями – $1/2$ основного сечения и вспомогательные горизонталы, проводимые на произвольной высоте.

Для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, планов и карты масштаба 1:10000 высоты се-

чения рельефа определяется отдельными инструкциями и заданиями, принимают значения, данные в табл. 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1

Районы	Высоты сечения рельефа, м, при масштабе				
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
Плоскоравнинные	2,5	10	20	20	20
Пересеченные, холмистые	5	10	20	20	50
Предгорные, горные	5	10	20	20	100
Высокогорные	10	10	40	40	100

Таблица 5.2

Районы	Высоты сечения рельефа, м, при масштабе				
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10 000
Плоскоравнинные	0,5	0,5	0,5	0,5-1,0	1,0-2,5
Пересеченные, холмистые	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	1,0-2,0	2,5
Предгорные, горные	1,0-2,0	1,0-2,0	2,0-2,5	2,5-5,0	5,0

Основным средством изображения рельефа на картах служат горизонтали – линии равных высот над уровнем моря. Начертание горизонталей показывают форму неровностей земной поверхности. Характеристика формы и крутизны элементов рельефа передается на карте системой основных и вспомогательных горизонталей. Одним из важных вопросов является выбор высоты сечения, зависящий от характера рельефа.

Горизонтали на планах и картах проводят через изображения всех объектов, кроме водоемов, рек и каналов, железных и автомобильных дорог, оврагов и сухих русел, а также форм искусственного происхождения.

Утолщенные горизонтали при сечении рельефа 1, 2, 5 м применяются для каждой пятой горизонтали, а при сечении 0,5 и 2,5 м – для каждой четвертой. Для передачи форм рельефа, не выражающихся горизонталями, используются специальные условные знаки – скалы, овраги, обрывы, осыпи, оползни, промоины,

скалы-останцы, карстовые воронки, ямы, бровки и т. д. Кроме естественных форм рельефа на картах и планах показывают его искусственные формы – насыпи, карьеры, дамбы, курганы.

Количество отметок высот, подписываемых на картах и планах, определяется заданием на съемку, но в целом должно быть не менее 5 отметок на 1 дм², включая отметки высот геодезических пунктов и урезов воды. Указатели направления скатов (бергштрихи) наносят на горизонталях, отображающих вершины, седловины, участки с малыми уклонами, в местах затруднительных для чтения рельефа, а также у рамок карты или плана.

На картах и планах даются названия гор, низменностей, горных хребтов, плато и других крупных орографических объектов. Подписи размещаются по линии наибольшего протяжения этих форм.

Для правильного изображения форм рельефа на карте необходимо хорошо знать процессы его образования и развития. Классификация типов рельефа является задачей геоморфологии и имеет важное практическое и научное значение для геодезии и картографии. При изображении рельефа должны учитываться его особенности на данной территории.

Для северо-запада Европейской части Российской Федерации и, в частности, Ленинградской области, типичным является холмисто-моренный рельеф. Для него характерно наличие множества холмов и заболоченных понижений между ними. Этот рельеф образовался в результате аккумулятивной деятельности древних ледников в процессе их таяния. Для холмисто-моренного рельефа характерны плосковершинные холмы (камы), узкие песчано-галечные гряды (озы), простирающиеся на десятки километров движения ледника, а также продолговатые ассиметричные холмы (друмлины) (рис. 5.13).

На территории Российской Федерации встречаются самые различные типы рельефа, которые подразделяются по происхождению, размерам и другим признакам. Среди множества типов рельефа в картографии отмечают равнинно-эрозионный, долинно-балочный, средневысотный тип рельефа с преобладанием эрозионного расчленения и высокогорный альпийского типа (рис. 5.14, 5.15).

Изображение высокогорного рельефа должно наглядно передавать его высотную характеристику, направления горных хребтов и разделяющих их долин, строение и форму продольных и боко-

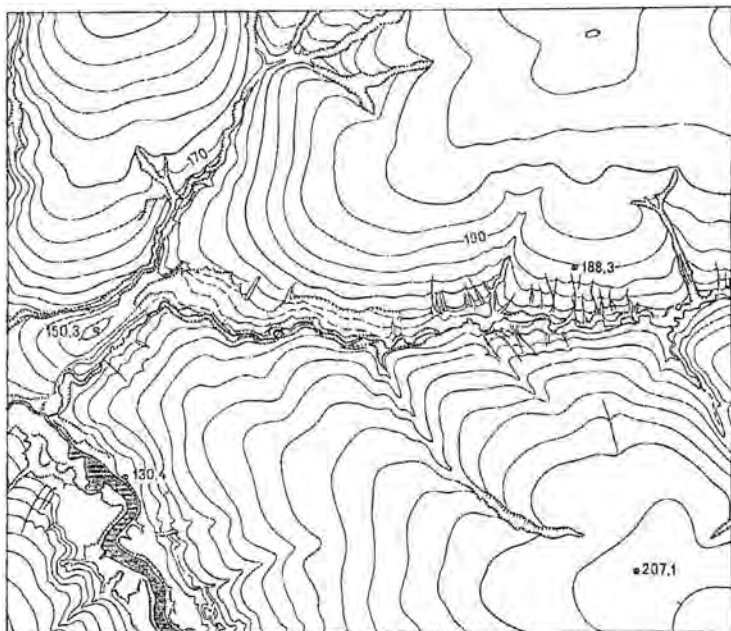


Рис. 5.13. Изображение холмисто-моренного рельефа

вых долин, характер гребней хребтов (острые, округлые, плоские) и степень их изрезанности, форму вершин и седловин.

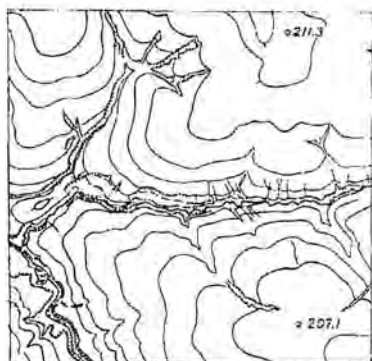
Обнаженные гребни и крутые склоны хребтов, а также скалистые обрывы и обрывистые участки склонов обозначаются штриховым рисунком скал. Рисунок скал обобщается с учетом масштаба карты. Для отображения профиля и высотной характеристики скалистых гребней и склонов в местах, где позволяет заложение, по штриховому изображению скал проводятся горизонтали, соответствующие утолщенным, но тонкими линиями, а вдоль гребней хребтов даются отметки высот.

Ледники и фирновые поля изображаются горизонталями в виде условных знаков синего цвета.



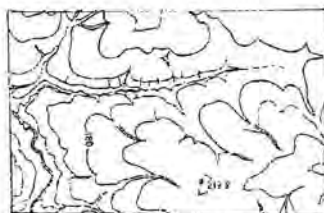
а) Масштаб 1:25 000

Сплошные горизонтالي проведены через 5 м



б) Масштаб 1:50 000

Сплошные горизонтали
проведены через 10 м

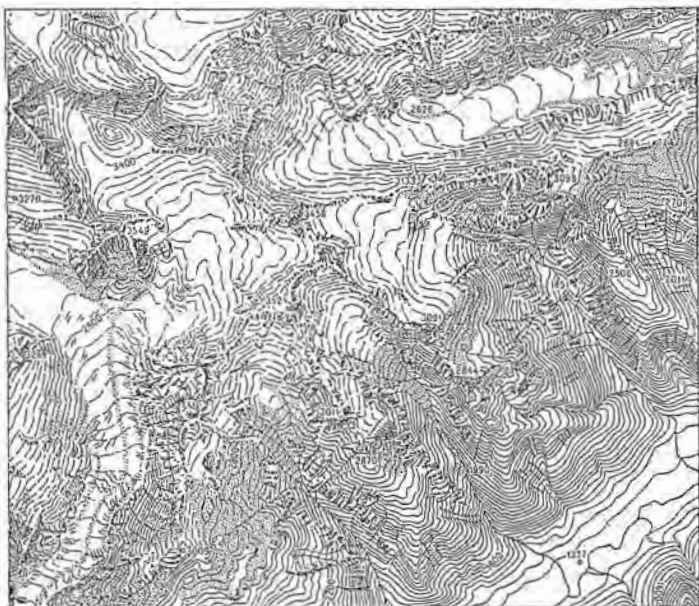


в) Масштаб 1:100 000

Сплошные горизонтали
проведены через 20 м

Рис. 5.14. Изображение участка долинно-балочного рельефа на топографических картах масштабов 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000

а)



б)



Рис. 5.15. Изображение:

а – высокогорного рельефа; б – средневысотных гор

Приведенные типы не охватывают многообразия форм рельефа, поэтому при картографировании того или иного района необходимо изучать размеры, характерные черты и особенности рельефа.

5.7. Подписи на картах и планах и их шрифтовое оформление

Как уже отмечалось, подписи на картах и планах делятся на собственные, номенклатурные и пояснительные.

Собственные наименования устанавливаются правительственными документами и закреплены в официальных изданиях: справочниках министерств и ведомств. Собственные наименования могут быть транскрибированными, т. е. полученными в результате перевода с нерусского языка.

Номенклатурные термины относятся к различным географическим объектам: водным (моря, озера, океаны), рельефу (горы, хребты, долины, скалы и т. д.), населенным пунктам (город, поселок и т. д.) и другим.

Пояснительные подписи характеризуют качество объектов (материал покрытия дороги, качество воды в источнике и т. п.) или дают их количественную характеристику (длина, ширина, грузоподъемность мостов, толщина и высота деревьев и т. п.). Пояснительные подписи могут быть буквенными, цифровыми или смешанными (буквенно-цифровыми).

Все названные подписи выполняются на картах и планах различными картографическими шрифтами, которые отличаются друг от друга наклоном, толщиной элементов букв, подсечками и т. п. (табл. 84–86 [21]).

Шрифтовое оформление топографических карт и планов определено в наставлениях, в условных знаках, образцами шрифтов. Они обязательны для всех ведомств и учреждений, выполняющих картографические работы.

Единая классификация картографических шрифтов была разработана в 1955–56 гг. и опубликована в «Альбоме картографических шрифтов» (Труды ЦНИИГА и К, вып. 109, Геодезиздат, М., 1957). Эти образцы шрифтов являются обязательными для всех ведомств и учреждений, создающих топографические карты и атласы.

В основу классификации шрифтов положены основные графические признаки: контрастность, наличие и форма подсечек, характерные особенности начертания отдельных букв. В соответствии с этими признаками каждому шрифту присвоен условный буквенно-цифровой индекс.

Рассмотрим наиболее часто употребляемые на картах и планах картографические шрифты.

Шрифт *топографический полужирный* (Т-132) применяется на картах масштабов 1:10 000–1:500 000 для подписей названий городов с населением менее 50 тыс. жителей, отметок высот и урезов воды, подписей названий поселков сельского и дачного типа с числом домов от 20 и более, а также подписей материала постройки мостов и плотин.

На карте масштаба 1:1 000 000 Т-132 применяется для подписей названий городов и поселков городского типа с населением от 2000 до 10 000 жителей, подписей высот, глубин и урезов воды.

На топографических планах масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 Т-132 применяется для подписей названий городов и поселков сельского и дачного типов с числом домов 20 и более.

Шрифт Т-132 отчетлив, легко читается и прост по своему начертанию. Большинство букв шрифта состоит из прямых элементов правильной прямоугольной формы и имеют одинаковую толщину.

Шрифт *рубленный широкий полужирный* (Р-152) применяется на картах масштабов 1:10 000–1:100 000 для подписей названий поселков сельского и дачного типа с числом домов менее 20, а на картах масштабов 1:200 000–1:500 000 с числом жителей от 500 до 1000. На картах масштабов 1:10 000–1:500 000 Р-152 применяют для подписей названий заповедников, характеристик проходимости и условий обзора.

Волосным шрифтом того же начертания, как и Р-152, выполняются подписи названий поселков сельского и дачного типа, зарамочные подписи названий этих поселков и другие подписи.

По строению букв и цифр эти шрифты напоминают Т-132 и отличаются от него только большей шириной и овальностью букв.

Шрифт *древний курсив полужирный* (Д-432) применяется на картах и планах для подписей названий поселков городского типа (рабочих, курортных, при промышленных предприятиях, пристанях и т.п.). Этим шрифтом подписываются названия горных массивов, хребтов, возвышенностей, гор, скал, курганов, перевалов, ледников.

Шрифт Бм-431 *курсив малоконтрастный* применяется на картах масштабов 1:10 000–1:500 000 для подписей названий океанов, морей, заливов, проливов, бухт, губ, фиордов, лагун, лиманов, озер, судоходных рек и каналов. На картах всех масштабов Бм-431 применяют для подписей названий низменностей, равнин, степей, пустынь, солончаков, болот, урочищ, лесов, оврагов, долин, балок, впадин.

Список всех гарнитур и названий шрифтов, их классификации и индексация даны в «Альбоме картографических шрифтов» и рекомендована к применению в различных ведомствах и учреждениях, выполняющих работы по созданию топографических карт и планов.

5.8. Красочное оформление карт и планов

Все элементы карты – штриховые, полутоновые (отмывка рельефа) и различные фоновые раскраски изображаются определенными цветами.

Использование цвета для оформления карт известно с давних времен. Однако карты XVII и XVIII веков раскрашивались вручную специальными исполнителями – «иллюминовщиками». Лишь в 1851 г. в России Военно-топографическое депо произвело первые опыты многокрасочного печатания карт с гравюр на меди. Был издан план Москвы (1862 г.), который выполнен в 4 краски. Многокрасочная печать с гравюр на меди дальнейшего развития не получила ввиду своей трудоемкости. Широкое распространение многокрасочная печать получила лишь с развитием фото-механической репродукции, форм плоской печати и офсетных печатных машин.

Основным руководящим документом для определения цвета краски того или иного элемента топографических карт масштабов 1:25000–1:1 000 000 служит «Альбом шкал картографических красок, применяемых для печати топографических и специальных карт». Он утвержден Начальником Военно-топографического управления Генерального Штаба и предназначен в качестве практического пособия для руководящего состава картографических частей и фабрик, а также для технологов и печатников при решении вопросов, связанных с красочным оформлением карт. В альбоме помещены 25 шкал красок, которые предназначены для печати штриховых и заливочных элементов карт. Кроме «Альбома шкал» красочность каждой карты или группы карт определяется «Условными знаками», где даются «Шкалы цветов красок» для отдельных элементов. Так, «Условные знаки для карты масштаба 1:10000» и «Условные знаки для карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000» определяют красочность этих карт в 6 цветов.

Элементы этих карт изображаются следующими цветами: контур – черным, рельеф – коричневым, площади кварталов с преоб-

ладанием неогнестойких домов и плотно улучшенных грунтовых дорог – светло-оранжевым (оранжево-желтым); гидрография, вечные снега и ледники – синим, площади кварталов с преобладанием огнестойких строений и плотно автострад и шоссе – оранжевым, площади лесов и садов – зеленым. Однако учитывая, что некоторые элементы карт показываются точечными сетками соответствующих цветов красок, то количество оттенков цвета возрастает. Например, огороды на карте масштаба 1:10 000 показывают точечной сеткой черного цвета, площади кустарников и поросли на картах 1:10 000–1:1 000 000 показывают точечной сеткой зеленого цвета, площади водных пространств на картах масштабов 1:10 000–1:1 000 000 – сеткой синего цвета и т. д. Изображение точечными сетками создает цветовое ощущение более светлого оттенка данной краски. Учитывая это, красочное оформление карт изобразится: на карте масштаба 1:10 000–6 красок (4 оттенка); на картах масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000–6 (3 оттенка); 1:200 000–3 (один оттенок); 1:500 000–13 (4 оттенка); 1:1 000 000–15 (4 оттенка).

Различные специальные карты (геологические, политико-административные, ландшафтные и другие) издаются в цветах красок, определенных в соответствующих альбомах, таблицах, редакционно-технических указаниях. Например, «Таблицы цветных обозначений для геологических карт разных масштабов» является пособием для геологов, картографов и технических редакторов при подготовке к изданию и издании геологических карт.

Красочное оформление топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 выполняется в соответствии с «Условными знаками» для этих масштабов. Основными цветами красок являются: контур – черным, гидрография – синяя заливка, а линии контура рек, озер, водохранилищ, каналов, наледей – зеленым, рельеф – коричневым, заливка улиц и площадей – светло-фиолетовым.

Глава 6

ГОРОДСКОЙ КАДАСТР

6.1. Основные положения о службе градостроительного кадастра

Руководящими нормативными документами, которые определяют службу градостроительного кадастра (ГК), являются:

1. Закон Российской Федерации «Об основах градостроительства в Российской Федерации» от 14.07.92 № 3295–1.

2. Указ Президента Российской Федерации от 29.03.96 «О новом этапе реализации Государственной целевой программы «Жилище».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.10.94 г. «Об утверждении положения о Министерстве строительства Российской Федерации».

4. «Основные положения создания и ведения государственного градостроительного кадастра Российской Федерации». СНиП 14.01.96 г.

Службы ГК создаются в структуре органов архитектуры и градостроительства, которые руководят их работой по следующим направлениям:

- организуют разработку, ведение и контроль ГК, включая градостроительный мониторинг объектов;
- определяют приоритеты формирования ГК и очередность работ;
- внедряют единые организационно-правовые, нормативно-методические и программно-технологические основы ведения ГК;

– в рамках своей компетенции вводят в действие руководящие документы по своему ГК.

Службы ГК в процессе своей деятельности связаны с источниками исходной информации и пользователями (потребителями) кадастровой информации.

К источникам информации для ГК относятся: органы архитектуры и градостроительства, технической инвентаризации, геодезии и картографии, инженерно-строительных изысканий, органы по земельным ресурсам и землеустройству, государственной статистики, госимущества, государственного санитарно-эпидемиологического надзора, охраны окружающей среды и природных ресурсов, контроля за использованием и охраной историко-культурного наследия, другие ведомства субъектов Российской Федерации и местного самоуправления, а также их службы, занимающиеся ведением кадастров, регистров и иных банков данных.

К пользователям (потребителям) кадастровой информации относятся: застройщики – при представлении земель под застройку, проектные, изыскательские, научно-исследовательские и строительные организации, органы архитектуры и градостроительства, органы по земельным ресурсам и землеустройству, органы по управлению государственным имуществом, органы по регистрации прав на недвижимое имущество, органы охраны окружающей среды и природных ресурсов, финансовые органы, инвесторы и службы страхования, органы исполнительной власти и местного самоуправления и иные юридические и физические лица (владельцы) земельных участков и другой недвижимости при получении кадастровой информации.

В задачи службы ГК входят: информационное обеспечение градостроительных отношений на обслуживание состояния и качества объектов, необходимое для рынка недвижимости; организации защиты информации ГК от природных, техногенных и криминальных угроз (утечки, искажения, хищения, уничтожения и иного вмешательства в информационные системы).

Деятельность службы ГК осуществляется по двум основным направлениям:

1. Накопление, обработка, учет, хранение и обновление кадастровой информации.

2. Предоставление пользователям кадастровой информации в форме документов, справок, карт, планов санкционированного доступа.

Первое направление осуществляется путем накопления исходной информации на бумажных, магнитных и электронных носителях; обработки планово-картографической, табличной и текстовой информации; сохранения банка данных и защита его от несанкционированного доступа.

В рамках второго направления кадастровые документы и информация предоставляются пользователям после приема и учета документов, запрашиваемых потребителями, законности их выдачи. Ограничения доступа имеют документы, предоставляющие государственную или коммерческую тайну, предусмотренные законодательством.

Для выполнения полного набора функций и решения своих задач служба ГК создается как структурная единица в составе органа архитектуры и градостроительства или как самостоятельное юридическое лицо (хозрасчетное подразделение) при нем. Орган архитектуры и градостроительства определяет структуру, штатное подразделение, юридический адрес, целесообразность лицевого счета службы ГК, согласовывает эти решения с соответствующим высшим органом исполнительной власти.

Примерная структура службы субъекта Российской Федерации, рассчитанная на выполнение полного набора функций, приведена на рис. 6.1.

Штатное расписание, количество заместителей начальника ГК, сфера их ответственности и курируемые отделы определяются исходя из конкретных условий формирования ГК. Бухгалтерия и другие отделы могут формироваться как структурные единицы службы ГК или быть в составе соответствующих подразделений органа архитектуры и градостроительства.

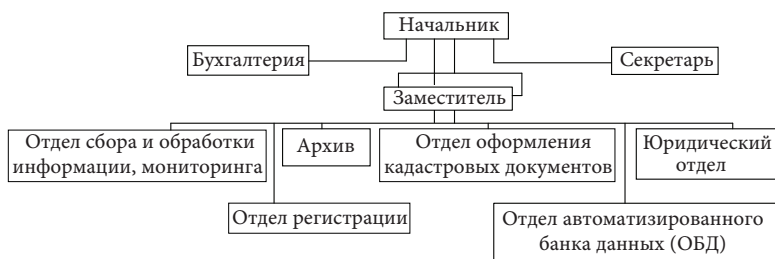


Рис. 6.1. Примерная структура службы ГК субъекта РФ

Примерная структура службы ГК города (района), рассчитанная на выполнение полного набора своих функций, приведена на рис. 6.2.



Рис. 6.2. Примерная структура службы ГК города (района)

В зависимости от конкретных масштабов, градостроительных изменений, объемов проектно-изыскательских работ, активности процессов правового оборота недвижимости структура служб ГК может модифицироваться на основании решения органа архитектуры и градостроительства. При этом состав и направления деятельности отделов меняются как в части совмещения функций, так и появления новых: подготовка данных для проектирования, оценка территории по степени инвестиционной выгодности и т. д.

ГК необходим для обеспечения государственных и муниципальных органов управления, юридических и физических лиц информацией, необходимой для правового и экономического регулирования освоения территориальных резервов, использования и преобразования застроенных территорий, оборота недвижимости в рыночных условиях, развития социальной, производственной и транспортной инфраструктуры, разработки целевых программ и проектов.

Данные ГК должны являться юридически признанными характеристиками объектов недвижимости при осуществлении землеотводов, застройке, пересмотре границ земельных участков и застраиваемых территорий различных форм собственности; осуществлении контроля за градостроительной деятельностью, применении санкций за допущенные нарушения, наносящих вред; предоставлении, приватизации, продаже земельных участков, зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства, изъятии и выкупе земли и иной недвижимости для целей градостроительства; налогообложении земли и иной недвижимости с учетом градостроительной ценности объектов; регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

6.2. Исходные картматериалы и документы для проектов планировки строительных работ на территории городов и пригородов

В практике строительных работ на территории городов и их пригородов используются следующие картматериалы и документы:

1. Топографические карты масштабов 1:100000, 1:50000, 1:25000 для общей оценки территории крупных городов и пригородов в целях выбора районов под строительство жилых зданий и промышленных сооружений.

2. Топографическая карта масштаба 1:10000 для составления основного проекта (генерального плана), служащего для детальной планировки строительства. На генеральном плане изображаются кварталы со всеми зданиями и сооружениями, места расположения площадей, парков, путей сообщения.

3. Топографические планы масштабов 1:5000 и 1:2000 для составления проекта детальной планировки и точного местоположения кварталов, площадей, улиц и проездов, рынков, промышленных площадок, общественных зданий и сооружений, мест озеленения и т. п.

4. Топографические планы масштабов 1:1000 и 1:500 для составления рабочих чертежей застройки и вертикальной планировки зданий и сооружений, озеленения кварталов и дворов и т. д.

5. Продольные профили трасс: городских – в масштабах: горизонтальный – 1:1000, вертикальный – 1:100, а загородных соответственно 1:2000 и 1:200. Поперечные профили к трассам строят в одинаковых горизонтальном и вертикальном масштабах: 1:100 или 1:200.

6. Топографический план масштаба 1:200 создается в отдельных случаях для детального изображения подземных переходов, сложных узлов подземных коммуникаций (водопровода, электросетей, газовых, тепловых и телефонных сетей, канализации). На этих планах в обязательном порядке наносят все изменения в сетях при их реконструкции и развитии после завершения соответствующей исполнительной съемки.

7. Каталоги координат и высот пунктов геодезической сети в районе предполагаемого строительства.

По своему содержанию топографические планы разделяют на основные и специализированные.

Основные представляют собой общегеографические планы универсального назначения, рассчитанные на комплексное удовлетворение большинства потребителей. Они издаются в соответствии с требованиями «Условных знаков для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500» (ФГУП Картгеоцентр. М., 2005). Эти планы имеют подробное содержание, где использовано свыше 400 условных знаков и около 700 сокращений пояснительных подписей и качественных характеристик; рельеф изображается горизонталями. Составление и полевое вычерчивание основных планов производится в четыре цвета (контур – черным, гидрография – зеленым, рельеф – коричневым, заливка водных пространств – голубым). Издание планов в зависимости от тиража и требований заказчика выполняют в одну или несколько красок.

Специализированные планы создаются для решения конкретных задач строительства. При этом допускается нанесение дополнительной информации по сравнению с основным вариантом. Возможно повышение требований к точности изображения всех отдельных элементов, например рельефа местности, или наоборот, отказ от какой-либо части содержания, предусмотренного для основного варианта плана.

Кроме перечисленных выше картматериалов и каталогов координат и высот геодезических пунктов, в проекте должны быть следующие данные, которые связаны с выполнением картометрических работ: 1) площади территории всего района (в га); суммарной площади, занимаемой промышленными предприятиями и связанных с ними объектов; общественного центра района; резервных и неиспользованных территорий, включая неиспользованную часть санитарно-защитной зоны; участки под отвалами, отходами и предприятиями по переработке и утилизации отходов; территории, занятых жилыми и общественными зданиями; общая площадь, занятая железнодорожными путями; общая площадь, занятая улицами, дорогами, стоянками для автотранспорта; 2) общая длина в км железнодорожных путей района, автодорог и других видов транспорта; 3) коэффициент использования территории района; коэффициент озеленения территории и другие данные, которые определены заданием по градостроительному кадастру.

Приведенный перечень данных, необходимых для проекта районной планировки строительства, позволит определить и финансировать ведомства и организации, которые будут выполнять соответствующие работы.

6.3. Геодезическая и математическая основа топографических планов городского кадастра

Геодезической основой топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 служат пункты государственной геодезической сети, сетей сгущения и съёмочного обоснования, вычисленные в принятой системе координат в проекции Гаусса и Балтийской системе высот.

Плановая и высотная опорная сеть создается в расчете на удовлетворение требований к точности съёмки в масштабе 1:500.

Общим правилом при составлении проекта сетей сгущения и съёмочного обоснования является их развитие от пунктов более высокого класса к более низкому. Сети сгущения развиваются методами триангуляции, трилатерации и полигонометрии 2–4 классов. На территории застроенной части города и подлежащей застройки должен приходиться один пункт на 5 км^2 , а на пригородных территориях – один на 15 км^2 . Необходимая плотность пунктов определяется длинами теодолитных ходов.

На территориях площадью до 25 км^2 плановая опорная сеть может состоять лишь из городской полигонометрии I и II разрядов, а высотная сеть из нивелирования IV класса; на территориях от $2,4$ до 5 км^2 – городская полигонометрия II разряда; на территориях до $2,5 \text{ км}^2$ – теодолитные ходы.

При отсутствии на городской территории пунктов государственной опорной сети 2-го и 3-го классов допускается создание самостоятельной сети триангуляции или трилатерации 4-го класса с измерением в сети триангуляции не менее чем с двух сторон с точностью не ниже 1:200000; остальные стороны триангуляции должны иметь точность не ниже 1:75000.

Горизонтальные углы в самостоятельной сети триангуляции 4 класса измеряют с ошибками не более $2''$. Длины сторон треугольников должны быть в пределах 2–5 км.

Для полигонометрии 4-го класса городских опорных сетей установлены:

- 1) наименьшая длина сторон – 250 м, средняя – 500 м;
- 2) длины ходов между пунктами триангуляции – не более 10 км;
- 3) средняя квадратическая ошибка измерения горизонтальных углов $\pm 2,0''$;
- 4) предельная относительная невязка хода – 1:25000.

Техническая характеристика городской полигонометрии I и II разрядов должна быть следующей:

- средняя квадратическая ошибка измерения горизонтальных углов должна быть соответственно $\pm 5''$ и $\pm 10''$;
- предельные длины ходов в застроенной части города при съемке в масштабе 1:500 соответственно 3,5 и 2,5 км, а в незастроенной части города при съемке в масштабе 1:2000 – 5 и 4 км, при съемке в масштабе 1:5000 – 8 и 6 км;
- длины сторон полигонометрии соответственно 120–600 и 80–300 м;
- длина хода до узловой точки от пункта высшего класса или разряда быть соответственно 2,5 и 1,5 км;
- предельные невязки ходов соответственно 1:10 000 и 1:5000;
- пункты полигонометрии могут закрепляться как грунтовыми, так и стенными знаками.

Высотной основой для крупномасштабных топографических съемок служат марки и реперы II, III, IV классов, которые получают геометрическим нивелированием. Классы нивелирования назначают в зависимости от размера территории. Нивелирная сеть, создаваемая на городской территории, должна быть привязана, как правило, к двум маркам или реперам государственной нивелирной сети. Нивелирные сети городской территории создаются с соблюдением следующих технических характеристик:

Нивелирные сети II класса: 1) марки и реперы располагаются на городской территории равномерно, с закладкой знаков в застроенной части города не реже чем через 2 км, а в незастроенной – не реже чем через 3 км; расстояние между нивелирными ходами должно быть не более 10 км; 2) допустимая невязка в нивелирном ходе вычисляется по формуле

$$\pm 5\sqrt{L} \text{ (мм)}, \quad (19)$$

где L – длина хода в км.

Нивелирные сети III класса: 1) знаки нивелирования располагаются на территории равномерно с расстояниями между ними не более 200 м на улицах и проездах плотно застроенных частей города и от 400 до 800 м на улицах и проездах слабо застроенных территорий; 2) допустимые невязки в нивелирных ходах вычисляют по формуле

$$\pm 10\sqrt{L} \text{ (мм)}, \quad (20)$$

где L – длина хода в км.

Если в нивелирном ходе будет более 15 станций на 1 км, то допустимую невязку вычисляют по формуле

$$\pm 2,6\sqrt{n} \text{ (мм)}, \quad (21)$$

где n – число станций в ходе.

Нивелирные сети IV класса: 1) реперы нивелирования устанавливают не реже чем через 0,3 км в застроенной части города и через 0,5–2,0 км в незастроенной; 2) допустимые невязки вычисляют по формулам:

$$\pm 2,6\sqrt{L} \text{ (мм)}, \quad (22)$$

где L – длина хода в км

или

$$\pm 5\sqrt{n} \text{ (мм)},$$

где n – число станций в ходе, если их более 15 на 1 км.

Подробные сведения о создании опорной геодезической и нивелирной сети даны в «Инструкции по топографо-геодезическим работам для городского, поселкового и промышленного строительства СН 212–62».

Математическая основа карт и планов была рассмотрена ранее. В основе разграфки и номенклатуры топографических планов служит лист карты масштаба 1:100 000. Лист плана масштаба 1:5000 получают делением меридианами и параллелями листа карты масштаба 1:100 000 на 256 частей с размерами 1'52,5" по долготе и 1'15" по широте; лист плана масштаба 1:2000 получают делением листа плана масштаба 1:5000 на девять частей (а, б, в, г, д, е, ж, з, и) с размерами 37,5" по долготе и 25" по широте. Листы планов масштабов 1:1000 и 1:500 ограничивают квадратными рамками размером 50/50 см. Номенклатура каждого листа этих планов состоит из долготы осевого меридиана данной зоны и зональных координат юго-западного угла рамки, выраженных в километрах, например 42–5202–18, где 42 – долгота осевого меридиана, 5250 – абсцисса, а 18 км – ордината.

Кроме стандартной разграфки и номенклатуры допускается применение квадратных рамок для планов масштабов 1:5000–40/40 см, а для планов масштабов 1:2000, 1:1000 и 1:500–50/50 см.

В этом случае за основу разграфки принимают лист плана масштаба 1:5000. Рамки планов масштаба 1:2000 получают путем деления листа плана масштаба 1:5000 на четыре равные части

и обозначают буквами А, Б, В, Г. Рамки листов масштаба 1:1000 получают делением листа плана масштаба 1:2000 на четыре равные части, обозначаемые цифрами I, II, III, IV. Рамки листов масштаба 1:500 получают делением листа масштаба 1:2000 на шестнадцать равных частей и обозначают цифрами от 1 до 16.

Номенклатуры планов будут обозначаться: 1:2000–7 Г, 1:1000–7-Г-IV, 1:500–7-Г-16.

Если съемка выполнялась в местной системе координат, то разграфку планов на отдельные листы и их номенклатуру устанавливают исходя из удобства пользования планами. При этом необходимо учитывать, что изображение местности в крупном масштабе выполняется без учета кривизны земной поверхности. Размер площади, которую можно изобразить на плане без искажений, определяется формулами:

на планах без съемки рельефа

$$r = \sqrt[3]{3R^2\Delta l}; \quad (23)$$

на планах со съемкой рельефа

$$r = \sqrt{2R\Delta h}, \quad (24)$$

где R – радиус земного шара ($R = 6380$ км); Δl и Δh – заданная точность точек опорной сети по горизонтальному проложению и по высоте; r – радиус круга, в пределах которого обеспечивается заданная точность.

Например, при $\Delta l = 1$ м план без рельефа можно снять с площади в радиусе до 50 км; съемка с рельефом при $\Delta h = 1$ м может быть выполнена без учета кривизны земной поверхности в радиусе 3,6 км.

Глава 7

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

7.1. Развитие съемочной сети

Топографические съемки населенных пунктов выполняют, опираясь на пункты геодезической сети. Поскольку этих опорных пунктов недостаточно, то в начале и в ходе съемочных работ выполняют развитие съемочной сети.

Плановое обоснование создается путем проложения теодолитных ходов, а высотное – нивелирных ходов.

Для теодолитных ходов установлены технические характеристики, показанные в табл. 7.1. Допустимые величины длин ходов и абсолютных невязок зависят от масштаба съемки и характеристики картографируемой территории.

Таблица 7.1

Масштаб съемки	На застроенной территории		На незастроенной территории	
	длина хода в км	невязка хода в м	длина хода в км	невязка хода в м
1:500	1,2	0,40	0,8	0,8
1:1000	1,8	0,60	1,2	1,2
1:2000	3,0	0,90	2,0	2,0
1:5000	6,0	1,80	4,0	4,0

Длины сторон теодолитных ходов для всех масштабов должны быть в пределах 20–350 м на застроенных территориях и 40–340 м – на незастроенных, а относительные невязки – не более 1:2000. Допустимая угловая невязка в теодолитном ходе вычисляется по формуле

$$f_{\beta} = 1'\sqrt{n}, \quad (25)$$

где n – число углов в ходе.

На незастроенной территории при неблагоприятных условиях для измерения углов сторон абсолютные невязки могут быть увеличены соответственно масштабам величин (в м): 0,50; 0,80; 1,20; 2,40.

Высотное съемочное обоснование создают методом геометрического нивелирования при сечении рельефа менее 1 м или тригонометрического нивелирования при сечении рельефа 1 м и более.

В ходах геометрического нивелирования невязка не должна превышать значения, вычисленного по формуле

$$\pm 5\sqrt{L} \text{ мм или } \pm 10\sqrt{n} \text{ (мм)}, \quad (26)$$

где L – длина хода в км; n – число станций в ходе.

В ходах тригонометрического нивелирования допустимая невязка вычисляется по формуле

$$0,04S\sqrt{n} \text{ (мм)}, \quad (27)$$

где S – средняя длина хода, выраженная в сотнях метров; n – число станций.

Высота сечения рельефа при съемках разных масштабов была дана выше. Точность планового положения контуров и высот точек местности для планов 1:5000 и 1:2000 характеризуется следующими показателями: 1) средняя ошибка в положении контуров относительно ближайших точек съемочного обоснования не должна превышать 0,4 мм, а предельная ошибка – 1,2 мм; 2) выступы и извилины контуров 0,3 мм и менее могут спрямляться на плане; 3) наименьшая площадь контуров, которая должна быть изображена на планах, установлена: а) 10 мм² в масштабе плана для важных объектов; б) 25 мм² – для участков, не имеющих важного значения; 4) ошибки высот точек местности, рассчитанных по горизонталям, не должны превышать 1/3 принятого сечения рельефа местности с углами наклона от 2 до 6°. В лесной местно-

сти с углами наклона свыше 6° число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов.

Для планов масштабов 1:1000 и 1:500 точность съемок может быть установлена в инструкциях и заданиях, определяемых заказчиком.

При создании топографических планов применяются следующие виды съемок: теодолитная, тахеометрическая, съемка по квадратам и другие.

7.2. Теодолитная съемка

Теодолитная съемка местности – горизонтальная съемка (без изображения рельефа) в масштабах от 1:500 до 1:10000, при производстве которой углы измеряются теодолитом, длины линий – мерными линейными приборами (стальными лентами, рулетками) или оптическими дальномерами с точностью не ниже 1:15000.

Теодолитная съемка выполняется в тех случаях, когда не требуется изображения рельефа, например, при определении площадей зданий, сооружений, лесных массивов, сельхоз угодий и т. п.

Теодолитная съемка включает подготовительные, полевые и камеральные работы.

В подготовительный период составляют проект и выбор масштаба съемки, расчет количества исполнителей, необходимого инструмента, материалов и оборудования.

К полевым работам относятся: рекогносцировка участка, выбор точек теодолитного хода и их закрепление знаками, измерение сторон и углов теодолитного хода, привязка хода к пунктам триангуляции или полигонометрии, съемка ситуации.

Рекогносцировка участка включает его обход и осмотр, детальное изучение местности, выбор местоположения точек хода и определение видимости между ними, условия привязки к исходным геодезическим пунктам. Выбранные точки закрепляют деревянными колышками или столбами, в центр верхнего среза которых вбивают гвозди. Вокруг точек делают окопку. На асфальтированной поверхности точки закрепляют гвоздями, металлическими штырями, вокруг которых краской проводят окружность диаметром 10–15 см.

Измерение углов между сторонами теодолитного хода выполняют одним приемом (при КП и КЛ) с перестановкой лимба между приемами на произвольный угол.

Длины сторон теодолитного хода измеряют в прямом и обратном направлениях. Точность измерения должна быть 1:2000 от длины измеряемой линии.

Съемка ситуации (контуров и предметов) выполняется с точек теодолитного хода способами перпендикуляров, створов, угловых и линейных засечек, полярным способом.

Во время съемки составляют абрис, где схематически рисуют снимаемые объекты по каждой стороне теодолитного хода. Съемка заканчивается привязкой теодолитного хода к пункту опорной геодезической сети. К камеральным работам относятся: обработка полевых наблюдений, вычисление координат точек теодолитного хода, составление и вычерчивание плана местности.

Камеральные работы начинают с вычисления теодолитного хода. Последовательность выполнения этой работы и требования к точности определяют инструкции и задания на съемку.

Составление плана теодолитной съемки выполняется в следующей последовательности: 1) построение математической основы (координатной сетки и рамки); нанесение точек по координатам теодолитного хода; 3) вычерчивание карандашом ситуации по абрисам; 4) зарамочное оформление плана; 5) вычерчивание плана тушью.

Построение координатной сетки выполняется на автоматическом координатографе или ручными способами с помощью линейки Дробышева. Сетку квадратов проверяют путем измерения сторон и диагоналей с помощью штангенциркуля или обычного циркуля-измерителя. Ошибки измерения сторон и диагоналей квадратов сетки не должны превышать 0,2 мм.

С юго-западного угла построенной координатной сетки выполняют оцифровку прямоугольных координат X (по направлению юг-север) и Y (по направлению запад-восток). Оцифровку координатной сетки рассчитывают так, чтобы при нанесении координат углов карты или плана они помещались в центре планшета и не выходили за пределы построенной сетки.

2. Нанесение на план точек теодолитного хода выполняют по их координатам с помощью циркуля-измерителя и синусной линейки. Нанесенные точки накалывают иглой ножки циркуля и обводят карандашом кружок диаметром 1,5–2 мм и рядом подписывают номер точки. Контроль нанесения точек выполняют измерением расстояния между ними, которое имеется в ведомости координат. Расхождение не должно превышать 0,3 мм. При

большем расхождении проверяется правильность нанесения точек по координатам или правильность построения координатной сетки.

3. Нанесение ситуации на план выполняют по абрисам, используя результаты полевых наблюдений. Работу выполняют карандашом при помощи циркуля-измерителя, синусной линейки, транспортира, прямоугольного треугольника и других чертежных инструментов. Одновременно с нанесением объектов подписывают название, количественные и качественные характеристики. Работа карандашом выполняется в предварительном черновом оформлении, но расположение и размеры подписей должны соответствовать условным знакам.

4. Зарамочное оформление плана выполняют в соответствии с принятыми условными знаками или в упрощенном варианте, который определен инструкцией и заданием на съемку.

5. Вычерчивание плана тушью выполняют по правилам оформления составительских оригиналов карт и планов топографическим черчением. Размеры условных знаков, толщина линий контуров различных объектов должны соответствовать принятым условным знакам и контролироваться с помощью шкал толщин, различных палеток и чертежных приспособлений. Вычерчивание выполняют рейсфедером, кронциркулем, кривоножкой, чертежными перьями. Подписи вычерчиваются волосным шрифтом, но в соответствии с принятым шрифтовым оформлением карты или плана.

Оригиналы проверяются на полноту и качество оформления редакторами предприятия и передаются для подготовки к изданию.

7.3. Тахеометрическая съемка

Тахеометрическая съемка – съемка ситуации и рельефа местности с помощью тахеометра в масштабах от 1:500 до 1:5000 при сечениях рельефа от 0,25 до 2,0 м. Плановой и высотной основой служат опорные геодезические и съемочные сети.

Съемочное обоснование может быть выполнено путем продолжения тахеометрического хода. Тахеометром выполняется одновременно плановая и высотная съемка. Современными тахеометрами можно делать одновременно угловые и линейные измерения в автоматизированном режиме. Они снабжены запо-

минающими устройствами для хранения результатов измерения и дальнейшего их использования на ЭВМ. Такие тахеометры являются сложными и дорогостоящими приборами. Съёмка при помощи тахеометра требует специальной подготовки и определенных навыков в работе.

Тахеометрическая съёмка может выполняться и обычными теодолитами, например, 2Т30, 3Т30 и другими. С помощью этих теодолитов работы выполняются аналогично теодолитной съёмке, высоты определяют тригонометрическим нивелированием или проложением нивелирных ходов, но по тем же точкам и съёмкой рельефа нивелиром.

Одновременно со съёмкой ситуации выбирают пикеты на характерных точках рельефа: вершинах, седловинах, водоразделах, определяя их плановое и высотное положение. С помощью теодолита выполняют измерения горизонтальных и вертикальных углов и расстояния дальномером по рейке до всех выбранных пикетов. Результаты измерений записывают в журнал тахеометрической съёмки.

Во время тахеометрической съёмки составляют кроки – схематичные рисунки ситуации и рельефа, аналогично абрису при теодолитной съёмке. При этом между высотными пикетами проводят стрелки, которые указывают направления понижения местности. Это облегчает рисовку рельефа во время камеральных работ.

Обработку результатов наблюдений выполняют во время камеральных работ. Пикеты наносят по абрисам съёмки с помощью циркуля-измерителя, синусной линейки и транспортира.

Положение горизонталей определяется путем интерполирования высот между пикетами, выполняемого аналитическим расчетом или графическим способом.

Рассмотрим пример интерполирования горизонталей между двумя точками аналитическим расчетом. Данные для этого расчета следующие: 1) ровный пологий откат с углами наклона до 6° ; если между отметками имеются перегибы ската, то в этих местах должны быть определены высотные пикеты; 2) масштаб съёмки 1:1000, сечение рельефа принято равным 1 м; 3) горизонтальное проложение между точками A и B составляет 100 м. $H_a = 55,6$ м, $H_b = 64,5$ м.

Интерполирование выполняем с использованием понятия уклона местности. Как известно, уклоном местности i называется превышение Δh , которое приходится на единицу длины горизонтального проложения:

$$i = \frac{H_a - H_b}{d} = \frac{h}{d} = 0,089,$$

т. е. на каждый метр горизонтального проложения приходится 0,089 м превышения Δh .

Принимая геометрический смысл этого понятия, определим расстояния от точек A и B' до ближайших горизонталей, т. е. 56-й и 64-й.

Расстояние от точки A до 56-й горизонтали вычислим по формуле уклона i :

$$0,089 = \frac{64,5 - 64,0}{\Delta d_1},$$

$\Delta d_1 = 4,49$ м, что в масштабе 1:1000 составляет около 4,5 мм.

Аналогично вычисляя, получим расстояние от точки B до 64-й горизонтали:

$$\Delta d_2 = 5,6 \text{ м},$$

что составляет 5,6 мм.

Определив Δd_1 и Δd_2 , накалываем их плановое положение на прямой AB' . Расстояние между крайними горизонталями составляет 89,9 мм. Его нужно разделить на 8 равных отрезков, чтобы получить отметки промежуточных горизонталей. Один отрезок равен около 11,2 мм. Циркулем-измерителем откладываем данные отрезки по линии AB' , получая отметки промежуточных горизонталей через 1 м (рис. 7.1).

Следует отметить, что с уменьшением масштаба плана, например, до масштаба 1:2000 при сечении 1 м, расстояния от точек A и B до крайних горизонталей составит соответственно 2,2 и 2,8 мм.

Опытные исполнители выполняют интерполирование на глаз, а для начинающих специалистов можно использовать графический способ. Для этого необходимо иметь кальку с миллиметровыми делениями или полоску миллиметровой бумаги. На кальке находят вначале местоположение точек A и B , а затем определяют крайние и промежуточные горизонталю.

При углах наклона более 6° и на крутых скатах интерполирование не выполняют. Главным условием при изображении рельефа в этих случаях является соответствие числа горизонталей разности высот.

Составление плана по результатам тахеометрической съемки выполняют в соответствии с пунктами 1–5 теодолитной съемки (7.2).

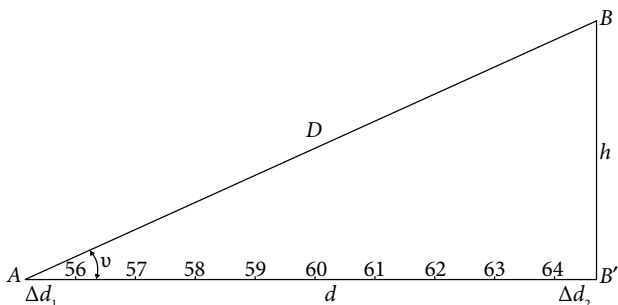


Рис. 7.1. Интерполирование горизонталей аналитическим способом:

D – расстояние между точками A и B на местности; d – расстояние между точками A и B' на плане (горизонтальное проложение D); Δd_1 – расстояние 56-й горизонтали до точки A ; Δd_2 – расстояние 64-й горизонтали до точки B' ; h – превышение между точками A и B ; v – угол наклона

При нанесении ситуации (пункт 3) из журнала тахеометрической съемки выбирают высоты пикетных точек и наносят их на план. Интерполирование и вычерчивание горизонталей выполняют одним из выше рассмотренных способов. Окончательное оформление плана выполняют в соответствии с пунктами 4, 5 теодолитной съемки. План тахеометрической съемки может быть оформлен в упрощенном виде, в соответствии с заданием на съемку.

7.4. Съемка по квадратам

Съемка по квадратам, иначе называемая вертикальной планировкой территории нивелированием по квадратам, производится для получения топографических планов 1:500, 1:1000, 1:2000 с сечением рельефа через 0,1; 0,25; 0,5 м под строительство жилых зданий и промышленных сооружений.

При нивелировании по квадратам опорными точками служат вершины квадратной сетки, закрепляемые на местности колышками. Размеры сторон квадратов зависят от масштаба строительных работ, желаемой степени подробности съемки рельефа и могут приниматься равными 10, 20, 30, 40 и 50 м. Сетку квадратов разбивают на местности при помощи теодолита и стальной ленты или других мерных приборов. Вначале разбивают квадраты 100, 200 или более метров. Затем измеряют углы при вершинах построенных квадратах. Отклонение измеренных углов от 90° не должно быть более $8'$. Большие квадраты разбивают на более мелкие.

После выполнения разбивочных работ составляют абрис съемки, где нумеруют вершины квадратов и показывают схему нивелирного хода.

Нивелирный ход может быть замкнутым (привязка к одному реперу) или разомкнутым (привязка к двум реперам). В результате вычислений получают отметки точек нивелируемого участка. Интерполирование горизонталей выполняют способом, изложенным в 7.3. После карандашной отработки горизонталей оформляют топографический план.

На основе топографического плана вычерчивают на миллиметровой бумаге картограмму земляных работ. На ней рассчитывают линию горизонта нулевых работ и площади земляных работ по выемке и насыпи.

Картограмма оформляется тушью, где отметки по выемке показывают красным цветом, а насыпи – черным, линию горизонта нулевых работ синим, значения объемов земляных работ по площадям, рамки и зарамочное оформление – черным цветом. Фоновую раскраску земляных работ оформляют: по снятию – красным, по насыпке – зеленым. На основе вычисленных значений оформляют ведомость объема земляных работ.

7.5. Маркшейдерские съемки

Маркшейдерские съемки делят на два основных вида: съемки для планирования наземным открытым способом и съемки для выполнения подземных работ.

К первому виду относятся съемки на территории горных выработок открытым способом, а также при строительстве городских подземных коммуникаций (водопровода, газопроводов, кабельных сетей, канализации и других сооружений). Их строительство выполняется открытым способом – укладкой в траншеи.

Комплекс полевых и камеральных работ, имеющих целью создание топографических планов на территорию строительства, в основном совпадает с рассмотренным выше (7.2, 7.3). Выполнение работ производится методами теодолитной и тахеометрической съемки. Вместе с тем на планах показывают специальными условными знаками вид коммуникаций того или иного назначения, например, магистральная водопроводная сеть (диаметры труб до 900 мм), распределительная водопроводная сеть (трубы до 400 мм), газовые, канализационные, кабельные сети, их вы-

ходы на поверхность (колодцы, колонки, станции перекачки и т. д.) должны быть показаны на планах соответствующими обозначениями.

Рекогносцировка и обследование подземных коммуникаций, где планируются дополнительные работы (подсоединение новых сетей, отводы, ремонт и совершенствование и т. д.) выполняется исполнителем-геодезистом эксплуатационных организаций города и служб строительных предприятий.

В процессе рекогносцировки ведется полевой журнал, в котором отмечают пересечение всех подземных трасс, углы поворота, места выходов труб на поверхность, смотровые колодцы и другие объекты. Одновременно с этим обследуют подземные коммуникации в колодцах, шурфах, камерах и т. д., устанавливая наличие, количество и направление сетей. При этом оформляют эскизы колодцев в вертикальном сечении и в плане. На них отмечают размер по высоте, диаметр труб и т. п.

Плановое положение подземных коммуникаций определяют теодолитом относительно геодезических пунктов и точек съемочной сети с точностью и подробностью, которая соответствует масштабу съемки.

Для определения глубин заложения подземных сетей и уклонов самотека трубопроводов применяется метод геометрического нивелирования.

Маркшейдерские съемки могут выполняться в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 или 1:5000. В отдельных случаях на сложные узлы и пересечения подземных сетей может выполняться съемка в масштабе 1:200.

По окончании работ оформляют следующие документы: а) абрис съемки подземных сетей и сооружений; б) журналы теодолитных ходов и нивелирования; в) схемы теодолитных и нивелирных ходов; г) ведомости вычисления координат и высот; д) каталоги координат и высот; е) топографический план подземных сетей.

Маркшейдерские съемки подземных сооружений (метрополитенов, тоннелей) состоят из комплекса геодезических работ по выбору и закреплению осей сооружений в плане и профиле, вычислению геометрических элементов, перенесению геодезических измерений внутрь сооружения и ряд других работ. В процессе выполнения работ исполнитель-геодезист сотрудничает с работниками других специальностей – геологами, проектировщиками, архитекторами, строителями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баденко, В. Л. Государственный земельный кадастр/В. Л. Баденко, В. В. Гарманов, Г. К. Осипов. – СПб.: Питер, 2003.
2. Берлянт, А. М. Картоведение/А. М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2003.
3. Берлянт, А. М. Картография/А. М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2001.
4. Вахрамеева, Л. А. Математическая картография/Л. А. Вахрамеева, Л. М. Бугаевский, З. Л. Казакова. – М.: Недра, 1986.
5. Востокова, А. В. Оформление карт. Компьютерный дизайн/А. В. Востокова, С. М. Кошель, Л. А. Ушакова. – М.: Аспект Пресс, 2002.
6. Гараевская, Л. С. Практическое пособие по картографии/Л. С. Гараевская, Н. В. Малюсова. – М.: Недра, 1976.
7. Давыдов, В. П. Графическое и красочное оформление карт/В. П. Давыдов. – Л.: ЛВВТКУ, 1976.
8. Живаго, Н. В. Геоморфология с основами геологии/Н. В. Живаго, В. В. Пиотровский. – М.: Недра, 1971.
9. Захаров, А. Г. Офсетные машины и работа на них/А. Г. Захаров, Д. А. Фуфаевский. – М.: Книга, 1972.
10. Иваньков, П. А. Составление и редактирование карт/П. А. Иваньков, Е. М. Пospelов, Н. К. Береснев, А. Б. Кезлинг. – М.: ВИА, 1975.
11. Ключин, Е. Б. Инженерная геодезия/Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман. – М.: Академия, 2006.
12. Курошев, Г. Д. Геодезия и топография/Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. – М.: Академия, 2008.
13. Куштин, И. Ф. Инженерная геодезия/И. Ф. Куштин, В. И. Куштин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002.
14. Неумывакин, Ю. К. Земельно-кадастровые геодезические работы/Ю. К. Неумывакин, М. И. Перский. – М.: Колос, 2006.

15. Пискунов, М. Е. Геодезия при строительстве газовых, водопроводных и канализационных сетей и сооружений/М. Е. Пискунов, В. Н. Крылов. – М.: Стройиздат, 1989.

16. Раклов, В. П. Инженерная графика/В. П. Раклов, М. В. Федорченко, Т. Я. Яковлева. – М.: Колос, 2004.

17. Салищев, К. А. Картоведение/К. А. Салищев. – М.: МГУ, 1990.

18. Салищев, К. А. Картография/К. А. Салищев. – М.: МГУ, 1989.

19. Сергунин, Е. Г. Пособие по изданию карт/Е. Г. Сергунин, З. П. Гамазина, Ю. А. Окнин. – М.: Недра, 1982.

20. Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. – М.: ВТУ ГШ, 1983.

21. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ФГУП Картгеоцентр. – М.: 2005.