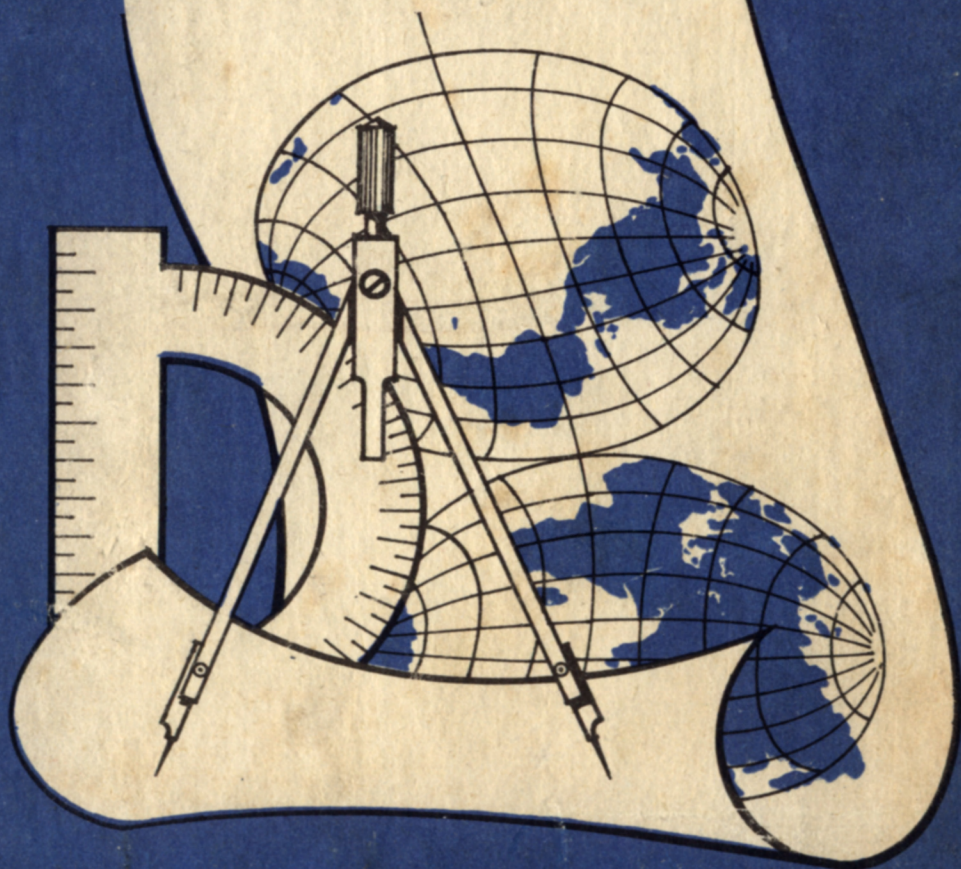


А. М. БЕРЛЯНТ

КАРТА-
ВТОРОЙ
ЯЗЫК
ГЕОГРАФИИ



А. М. БЕРЛЯНТ

КАРТА- ВТОРОЙ ЯЗЫК ГЕОГРАФИИ

(ОЧЕРКИ О КАРТОГРАФИИ)

КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

МОСКВА
ПРОСВЕЩЕНИЕ
1985

ББК 26.1
Б49

Рецензенты:

доктор географических наук *Л. Г. Руденко*;
учитель географии школы № 134 г. Москвы *Л. Н. Ключанская*;
учитель географии школы № 23 г. Москвы *Я. Б. Галкин*

КАРТА — ВТОРОЙ ЯЗЫК ГЕОГРАФИИ

Александр Михайлович Берлянт

Заведующий редакцией *И. А. Ерофеев*
Редактор *Т. А. Смирнова*
Младший редактор *М. В. Зарвинова*
Редактор карт *Е. П. Градскова*
Художник *И. Айдаров*
Художественный редактор *Е. А. Михайлова*
Технический редактор *С. С. Якушкина*
Корректор *Т. А. Воробьева*

ИБ № 8830

Сдано в набор 04.10.84. Подписано к печати 01.03.85. А 12778. Формат 60×90^{1/16}. Бум. типограф. № 2. Гарнитура литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 12,0. Усл. кр.-отт. 12,19. Уч.-изд. л. 13,75. Тираж 39000 экз. Заказ 929. Цена 55 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

Берлянт А. М.

Б49 Карта — второй язык географии: (Очерки о картографии). Кн. для учителя.— М.: Просвещение, 1985.— 192 с., ил., карт,

В книге рассказывается о современной картографии, о картах и работе с ними, получении по ним нужной информации. Карта представляет как самостоятельное эффективное средство обучения, инструмент познания окружающего мира, охраны природной среды и одновременно как проявление духовной культуры человека. Книга расширит кругозор учителя и окажет ему помощь при подготовке к урокам по изучению картографических тем, к факультативным занятиям по топографии и картографии.

Б 4306010000—378
103(03)—85 61—85

ББК 26.1
912

© Издательство «Просвещение», 1985 г.

Карта — альфа и омега географии, начальный и конечный момент географического исследования... Карта — «второй язык» географии.

Н. Н. Баранский

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная картография непосредственно участвует в решении крупных народнохозяйственных проблем. Без картографического обеспечения невозможны освоение новых земель и разведка полезных ископаемых, охрана природы и рациональное использование природных ресурсов, изучение Мирового океана и познание космического пространства. При этом карты нередко становятся основным документом для принятия весьма ответственных хозяйственных решений.

Картография стала действенным средством идеологического, патриотического воспитания, пропаганды достижений науки и техники. В постановлении ЦК КПСС «О дальнейшем улучшении идеологической, политико-воспитательной работы» (1979), где ставятся задачи воспитания советских людей в духе патриотизма и пролетарского интернационализма, коммунистического отношения к труду, общественной активности и высоких нравственных качеств, говорится о необходимости «значительно расширить тематику, объем и географию сообщений о внутренней и международной жизни, повышать информационную насыщенность публикуемых в газетах и журналах материалов, телевизионных и радиопередач». Эти требования имеют прямое отношение и к картографии, поскольку карта — одно из мощных средств информации, распространения знаний среди широких масс населения, наглядной агитации и пропаганды. Мы порой даже не замечаем, насколько прочно карты вошли в наш повседневный быт. Каждый человек привык видеть карты не только на школьной доске или в учебной аудитории вуза, но и в газетах, журналах, в кино и телевизионных передачах, например при обзорах международного положения, внутренней жизни страны, при рассказе о новостройках и

освоении земель, о маршрутах путешествий и полете космических кораблей, о спортивных событиях и прогнозе погоды.

Изменилась и роль картографии в географии. Теперь она не только второй ее язык, но и методический стержень. Она интегрирует знания, добываемые отдельными географическими науками: физической и экономической географией, климатологией и почвоведением, медицинской географией, ландшафтоведением и другими, предоставляя им общий точный метод познания. Очень важно, что именно через картографию проходит математизация географии, постепенное превращение ее в точную, конструктивную науку.

Другой стала и школьная картография. Уже ни в коей мере нельзя рассматривать карты как иллюстрации к тексту учебника. Они — самостоятельное и весьма эффективное (иной раз более эффективное, чем текст) средство обучения. И это справедливо не только в отношении географии, но и всех тех дисциплин, которые познают явления в пространственном аспекте.

Для того чтобы заложить основы картографических знаний, привить учащимся навыки работы с картами, приохотить их к чтению, изучению карт, учитель географии должен сам достаточно свободно ориентироваться в картографии, быть знакомым с ее достижениями и проблемами, а главное — отчетливо представлять роль картографии в решении народнохозяйственных задач, в распространении знаний и культуры, в жизни современного общества.

Картография не стоит на месте. В ней быстро развиваются теоретические концепции и новые методы. Карта теперь рассматривается как модель действительности и одновременно как источник информации. Картографирование все основательнее опирается на системные принципы, появляются новые виды и типы карт, разрабатываются оригинальные методы их использования, происходит стыковка картографического и аэрокосмического методов.

В то же время некоторые проблемы, составлявшие прежде основу научных разработок, отошли на второй план. Так, многие аспекты математической картографии (выбор и вычисление проекций, оценка размеров искажений) стали теперь делом техники в лучшем смысле этого слова.

В этих условиях необходимо совершенствовать преподавание картографических тем в школе. Нужно по-новому трактовать значение и место картографии в географии и других науках о Земле и обществе, подчеркивая, что современная картография — это

прежде всего познавательная наука. Большую помощь в этом учителям оказывают книги, которые не только дают дополнительный материал для непосредственного использования на уроках, но и расширяют кругозор учителя географии, вводят его в сферу научных поисков, знакомят с новейшими идеями и достижениями. В «Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы», одобренной апрельским (1984) Пленумом ЦК КПСС и Верховным Советом СССР, говорится о необходимости «повысить качество образования и воспитания; обеспечить более высокий научный уровень преподавания каждого предмета, прочное овладение основами наук...»¹.

При написании данной книги автор ставил перед собой такую цель. Часть материала (сведения о генерализации, свойствах и новых типах карт, способах работы с ними, особенностях чтения карт и др.) будет, по-видимому, полезна при изучении соответствующих разделов школьной программы. Другие вопросы — системный подход в картографии, использование карт для мониторинга окружающей среды — знакомят учителей с новыми актуальными проблемами картографии. Последняя глава посвящена картам в литературе. Обращение к литературным описаниям карт не только расширит межпредметные связи, но и оживит уроки географии, сделает их более интересными, а это очень важный фактор в обучении.

Конечно, в книге рассмотрены не все проблемы современной картографии. Некоторые из них представляются весьма сложными, например автоматизация в картографии, другие — дискуссионными, скажем, проблема языка карты.

Если книга поможет учителю географии в его повседневной работе, откроет какие-то новые грани картографии, то поставленную цель можно считать достигнутой.

¹ О реформе общеобразовательной и профессиональной школы. М., 1984, с. 40.

Глава I. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

Говорят, что есть люди, которым безразличны карты, но мне трудно в это поверить.

Р. Л. Стивенсон

Разверните географическую карту, бережно разгладив ладонью ее сгибы. Вглядитесь в краски, линии, надписи. Перед вами — маленькая модель мира, удивительное изобретение разума и творение рук человеческих. Посмотрите на глобус, медленно поворачивая его вокруг оси. Коснитесь рукой этого миниатюрного подобия нашей огромной планеты и вы ощутите холод ее полюсов и жар экватора. Перелистайте страницы большого тяжелого атласа, и перед вами мелькнут знакомые с детства очертания материков, синяя гладь океанов, упругие вены рек, зеленовато-желтые просторы равнин, яркие звездочки городов.

Рассматривая и изучая карты, станьте немного поэтом и ученым. Карты пробуждают мечты, увлекают вас на все четыре стороны света, в глубь недр земных и в бездны Вселенной, на таинственное шероховатое дно океанов и на «пыльные тропинки далеких планет». Возникает страстное желание узнать все, что показано на картах, исследовать скрытые законы положения объектов и их невидимые связи, проникнуть мыслью в их устройство, в сокровенные причины возникновения и существования.

Хочется путешествовать по карте, касаясь ее циркулем и линейкой. Прочертить острым грифелем необычайный маршрут и следовать с любой скоростью по любому сухопутным и морским дорогам, а захочешь — и вовсе без дорог.

И еще одно. Постепенно начинает казаться, что за внешней гармонией значков, за изяществом плавно изогнутых меридианов и параллелей есть еще нечто скрытое от непосвященного взора. Кажется, стоит напрячь воображение, проникнуть в секреты карты, в ее ясные и в то же время такие таинственные узоры, и тогда, словно волшебным ключом открытая, скрипнет дверца, и раздвинутся пределы, и в новом свете и более крупном масштабе предстанут новые подробности, иные ландшафты и ситуации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРТОГРАФИИ

С малых лет люди привыкают к географическим картам, и все же лишь немногие знают, что такое картография, какова сфера интересов, область применения этой науки. Да и наука ли это?

Нередко картографов представляют не то художником, который закрашивает моря голубой акварелью, леса — зеленой, а горы — коричневой, не то чертежником, с перышком в руках выводящим изящные контуры и надписи.

Интересно, что даже специалисты-картографы не единодушны в понимании картографии. Одни — и их большинство — считают картографию наукой о познании мира с помощью карт, другие подчеркивают, что это прежде всего отрасль техники и производства, занимающаяся изготовлением карт. Находятся и такие, которые настаивают на том, что картография — это отрасль информатики, информационная наука, поскольку всякая карта служит средством передачи информации между людьми. Встречаются мнения, что картография — языковая, лингвистическая наука, поскольку-де она пользуется системой условных знаков, особым картографическим языком.

Среди инженеров-картографов много сторонников максимальной возможной формализации картографии, перевода ее на машинные алгоритмы, сближения с автоматикой и даже с кибернетикой. Другие картографы считают, что картографирование всегда остается творческим процессом, который нельзя полностью алгоритмизировать. Более того, они полагают, что создание карт — это в значительной степени искусство.

В советской научной картографии наибольшее признание завоевала точка зрения, согласно которой картография — «это наука об отображении и исследовании явлений природы и общества — их размещения, свойств, взаимосвязей и изменений во времени — посредством картографических изображений как образно-знаковых моделей»¹.

В этом определении, принадлежащем видному советскому картографу К. А. Салищеву, отмечены важнейшие особенности картографии. Во-первых, подчеркнуто, что она включает не только отображение, т. е. собственно создание карт, но и исследование, а значит принадлежит к числу наук познавательных. Картография не только разрабатывает методику, технику и технологию изготовления карт, она располагает собственными средствами для научного познания окружающего мира, проникновения в суть вещей. Во-вторых, в определении обращено внимание на исследование природы и общества, следовательно, именно с естественными и социально-экономическими науками картография имеет наиболее прочные контакты и общий предмет исследования. Наконец, в-третьих, карта рассматривается как пространственная образно-знаковая модель, а раз так, то к ней применимы общие принципы и правила моделирования.

Аналогичное толкование картографии зафиксировано и в советских официальных энциклопедических изданиях. Например, в «Советском энциклопедическом словаре» сказано: «Картография — наука о географических картах, методах их создания и ис-

¹ С а л и щ е в К. А. Картография. М., 1982, с. 5.

пользования. Отображает и исследует пространственные размещения, сочетания и взаимосвязи явлений природы и общества»¹.

Точка зрения советских ученых получила широкое и прочное признание в мире. Свидетельство тому — определение картографии, которое приведено в «Многоязычном словаре технических терминов картографии»: «Картография, — сказано там, — наука о картах, как особом способе изображения действительности, их создании и использовании»². Такое понимание науки картографии выработано весьма авторитетным интернациональным сообществом ученых-картографов — международной картографической ассоциацией.

Картография — древняя наука. Начала ее заложены еще великим ученым античного мира Клавдием Птолемеем, жившим во II в. н. э. Он, правда, называл ее географией, но задачи понимал вполне по-современному. В «Руководстве по географии» Птолемей учил, что «география есть линейное изображение всей ныне известной нам части Земли со всем тем, что на ней находится... Она изображает положение и очертания с помощью одних только линий и условных знаков... Все это с помощью математики дает нам возможность обозреть всю Землю в одной картине подобно тому, как мы можем обозреть небесный свод в его вращении над нашей головой»³.

Выдающийся советский географ и картограф Н. Н. Баранский подчеркивал, что географическое познание местности всегда начиналось с изучения топографии — береговых очертаний, рельефа, течения рек. Географы фиксировали эти сведения на картах, которые становились исходными материалами для дальнейших исследований. Н. Н. Баранский писал: «... каждое продвижение в географическом изучении территории так или иначе находит свое отражение на ее карте. Но карта не ограничивается ролью пассивного регистратора успехов географического изучения. На каждой его стадии карта служит мощным орудием этого изучения. Она помогает ему не только тем, что дает общую топографическую ориентацию на исследуемой территории, но и тем, что в высокой мере способствует выявлению разного порядка закономерностей в размещении, сочетаний и соотношений пространственно выраженных явлений...»⁴.

Много веков понятия «картография» и «география» были неразлучны, лишь в прошлом столетии произошло обособление картографии как науки. Это было связано с активной разработкой математических аспектов картографии, теории проекций, аналитических методов. В России слово «картография» появилось в середине XIX в., однако долго оно считалось сугубо техническим термином и не имело широкого хождения. Например, в словаре

¹ СЭС, М., 1980, с. 560.

² Многоязычный словарь технических терминов картографии — Wiesbaden, 1973, с. 1.

³ Античная география. Составитель Бондарский М. С. М., 1953, с. 286 и 288.

⁴ Баранский Н. Н., Преображенский А. И. Экономическая картография. М., 1962, с. 5—6.

В. Даля, вышедшем в 1881 г., есть слово «карта», а «картография» — отсутствует.

В развитии современной картографии видны две главные тенденции. С одной стороны, она совершенствуется как инженерно-техническая отрасль знаний, теснейшим образом связанная с техникой и автоматикой, а с другой — как наука познавательная, которая имеет самые близкие контакты с общей теорией познания, естественными и социально-экономическими науками. Одно из наиболее перспективных, быстро прогрессирующих направлений развития современной картографии — географическая картография, основу которой составляет изучение с помощью карт географических систем: природных, экономических, социальных. К задачам географической картографии относятся картографическое обеспечение охраны природы и рационального использования ресурсов; освоения новых земель и акваторий, промышленного и гражданского строительства, развития энергетики.

КАРТОГРАФИЯ И ДРУГИЕ НАУКИ

Чтобы представить современное состояние картографии, можно пойти разными путями. Рассмотреть, например, основные ее теоретические концепции, оценить степень совершенства методического аппарата, уровень технической вооруженности, сложность решаемых задач и т. д. Мы попробуем иной путь, рассмотрим ее контакты с другими науками, постараемся понять, какие интересы и общие объекты исследования связывают их, что они дают друг другу, какими идеями и методами обогащаются в процессе взаимодействия. Одним словом, характеризуя современную картографию, последуем мудрости поговорки: «Скажи мне, кто твой друг, и я скажу тебе, кто ты». Схема таких дружеских связей картографии с другими отраслями знаний представлена на рис. 1.

Картография, как и всякая наука, не может существовать и успешно развиваться без собственной теории. В ее основе лежит общенаучная философия, поэтому естественно, что важные и все усиливающиеся контакты установились между картографией и логико-философскими науками. Советские картографы стоят на позициях диалектического материализма, который вооружает знанием всеобщих законов развития природы и общества и стройной методологией научного познания.

В картографии выработаны собственные методы составления карт и целый комплекс приемов их использования. Они дают возможность глубоко проникнуть в суть картографируемого явления, понять и отразить на карте закономерности его размещения и внутренние причины эволюции. При этом успех зависит от того, насколько точно и полно специфически картографические приемы и методы конкретизируют общенаучный марксистский диалектический метод. Правильное, адекватное картографическое отображение действительности предполагает знание основ теории отражения и теории моделирования. (Вспомним, что, по определению, карты — это пространственные образно-знаковые модели).

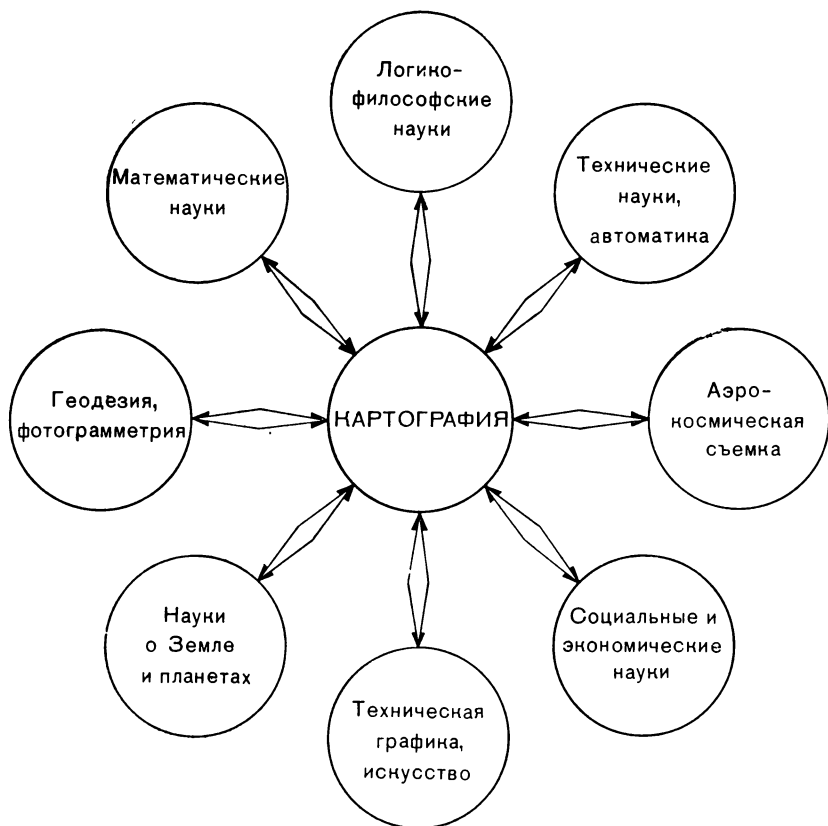


Рис. 1. Связи картографии с другими науками

Разработка систем условных знаков, методов картографической генерализации требует опоры на общую теорию систем и формальную логику. В последние десятилетия роль системного подхода в картографии, особенно в картографии географической, заметно усилилась. Системные представления внедрились не только в теоретические концепции, но и в практику картографирования, т. е. в работу по непосредственному проектированию серий тематических карт и капитальных комплексных атласов, в прикладные исследования по картам. На системных принципах функционируют мощные автоматические картографические системы, изготовляющие так называемые машинные карты.

В главе VI мы более подробно обсудим проблемы системного подхода в современной картографии. Здесь же еще раз подчеркнем жизненную необходимость укрепления и расширения контактов картографии с науками философского плана. Добавим, что подобное взаимодействие рождает и обратные связи. Теоретико-

методологическое осмысление картографии немало дает и самой философии, в частности углубляя понимание категорий пространства — времени, к которым карты имеют самое непосредственное отношение.

Самые прочные связи установлены между картографией и математическими науками. Обоснование систем координат, изыскание и исследование картографических проекций издавна составляли интереснейшие математические задачи. В этой области трудились крупнейшие европейские математики XVII—XVIII вв. Н. Сансон, И. Ламберт, Ж. Лагранж, Н. Делиль, Н. Тиссо, К. Гаусс. Выдающиеся труды по математической картографии принадлежат знаменитому русскому математику П. Л. Чебышеву (1821—1894), его ученикам и последователям А. Н. Коркину, А. А. Маркову, многим видным советским математикам. Исследованиями по теории картографических проекций занимался и великий русский химик Д. И. Менделеев.

Картография всегда состояла в близком родстве с математикой, и, как это ни парадоксально, именно математическое совершенство карт несколько замедлило проникновение математических методов в географию. Привыкнув иметь дело с точными картографическими изображениями, географы долго не ощущали потребности в привлечении других математических моделей. Когда же в середине нынешнего столетия математика стала активно внедряться в естественные и социально-экономические науки, оказалось, что одно из наилучших средств для этого — картографическая модель. Математизация наук о Земле пошла по пути, отличному от других отраслей знания (таких, как биология, психология и др.); она проходила в значительной степени через посредство карт. Оптимальным оказался путь комбинации картографического и математического методов, когда математические модели создаются на основе формализованных данных, снятых с географических карт, затем проверяются и корректируются по картам, а после использования могут быть вновь преобразованы в карты.

Сейчас в картографии применяются многие разделы классической математики (математический анализ, аналитическая геометрия, сферическая тригонометрия, статистика и теория вероятностей) и новые математические дисциплины, такие, как проективная геометрия, неевклидова геометрия, теория множеств, математическая логика, теория информации, теория графов и др.

Взаимовлияние двух наук, двух методов — математического и картографического — многогранно. Оно коснулось математических понятий и терминов, самого математического аппарата — они испытали определенную трансформацию применительно к задачам и требованиям географического картографирования и географических (геологических, экономических и т. п.) исследований. Существенно изменились с привлечением математики и методы создания карт. В картографии возникло новое направление — математико-картографическое моделирование.

Взаимодействие картографии и математики способствует решению крупных народнохозяйственных проблем, обеспечению различных видов строительства, освоения земель, созданию долгосрочных прогнозов. Карты в сочетании с формулами открывают пути решения трудоемких научных задач, с которыми картографы и математики не могут справиться порознь. Это касается, например, проблемы автоматического чтения карт, узнавания (распознавания) на них геометрического рисунка, так называемых картографических образов.

Рассматривая связи с техникой и автоматикой, надо иметь в виду, что нередко картографию вообще относят к техническим наукам. Мы уже говорили, что картография не только техническая наука, но, надо признать, контакты ее с техникой, а с развитием НТР и с автоматикой, сильны и органичны. На всех этапах картосоставительских, оформительских, издательских работ, на всех уровнях последующего использования готовых карт картографы применяют великое множество технических средств: приборы, устройства, приспособления, автоматы. Они чрезвычайно разнообразны, начиная от сравнительно простых полевых координатографов, чертежных инструментов, планиметров, курвиметров, с помощью которых выполняются отдельные виды работ, и кончая сложнейшими автоматическими картографическими системами многоцелевого назначения.

Мощь автоматизированного полиграфического производства используется для печатания картографической продукции, многие отрасли химии работают на картографию, изготавливая фотоматериалы, краски и прозрачные пластики для вычерчивания, гравирования и размножения карт, ряд отраслей машиностроения заняты конструированием чертежных автоматов и ЭВМ, которые обслуживают картографические процессы. Трудно назвать все контакты картографии с техникой и автоматикой. Они сплетены в тугой узел, так что вряд ли необходимо расчленять его на отдельные ниточки связей.

Важно другое — НТР на наших глазах приводит к коренным качественным и количественным изменениям в технологии и технике современной картографической науки и производства. Если прежде развитие шло за счет отдельных изобретений, открытий, усовершенствований, то теперь прогресс становится почти непрерывным процессом. Научная картография непосредственно внедряется в картографическое производство, преобразуя весь его технический базис. А производство со своей стороны активно воздвигает на науку, меняет методику создания и оформления карт, упрощает и совершенствует процессы их использования, влияет на теоретические построения.

Все явственней видна замена некоторых производственных функций инженера-картографа автоматикой — это тоже важнейшая особенность НТР. Главная цель — повышение производительности труда при создании и использовании карт, улучшение качества выпускаемых картографических произведений. В автоматических

картографических системах широко применяется электромеханическая, электронная, полупроводниковая, лазерная техника. Некоторые задачи картографии уже поручены кибернетическим системам, хотя до полной автоматизации еще далеко — слишком сложны, а порой недостаточно изучены процессы создания и использования карт. Пока можно говорить о частичной автоматизации, когда отдельные трудоемкие картографические операции выполняют надежные унифицированные автоматы, действующие по заданным программам при общем контроле со стороны специалиста-картографа.

Переходя к связям картографии с геодезическими науками (геодезией и топографией), отметим прежде всего, что это родственные науки, объединенные многими общими интересами и самим объектом исследования. Геодезия изучает фигуру Земли и других планет, поля силы тяжести, разрабатывает методы измерения координат отдельных пунктов на поверхности планет, так называемых опорных геодезических сетей. В круг задач геодезии входит измерение линий и углов на Земле и над Землей, что связано с наблюдениями за искусственными спутниками. Все это в конечном счете необходимо для создания географических карт.

Топография занимается непосредственно созданием крупно-, средне- и мелкомасштабных топографических карт, которые служат основой всех тематических карт. Топографическое картографирование — часть картографии, где существуют особые проекции, система условных знаков, твердо установленная система масштабов. Геодезия, топография и картография — звенья одной цепи, они руководствуются едиными или во всяком случае близкими научными принципами, методами, пользуются сходными техническими средствами.

Современную картографию невозможно представить отдельно от аэро- и космической съемки. Карты, которыми мы пользуемся сегодня, содержат все больше и больше сведений, получаемых не в ходе наземных наблюдений, а со снимков, и дело идет к тому, что они станут основным источником информации.

Фотографические и телевизионные камеры, установленные на обычных и высотных самолетах, искусственных спутниках Земли, пилотируемых космических станциях и межпланетных лабораториях, доставляют исследователям огромное количество самых разнообразных изображений. Они различны по масштабу и территориальному охвату, выполнены в разных диапазонах: видимом, инфракрасном, радиоволновом и др. А методы фотограмметрии и дешифрирования аэро- и космических (дистанционных) снимков позволяют осуществить их привязку к геодезической сети, распознать изображенные на них объекты, дать им географическую интерпретацию.

Материалы дистанционных съемок используют для непосредственного создания новых либо для уточнения, пересоставления существующих карт, обновления и пополнения их новыми сведе-

ниями. Космические съемки дали возможность составить многие карты нового типа (космофотокарты) и даже целые атласы, значительно расширить тематику и пространственный охват картографирования. Впервые получены достаточно подробные топографические и тематические карты других небесных тел: Луны, Венеры, Меркурия, Марса и его спутников.

Сам процесс картографирования с использованием космических снимков претерпел существенные изменения. Стало возможным сразу составлять мелкомасштабные карты, минуя промежуточные крупные и средние масштабы, а исключение промежуточных этапов означает повышение точности итоговых карт. Космические снимки — прекрасная основа для согласования карт разной тематики в пределах больших серий. Возникла и быстро развивается особая отрасль тематической картографии — космическая картография.

Впечатляющие возможности сулит взаимодействие картографии и аэрокосмической съемки при слежении за динамикой окружающей среды. Дистанционная съемка позволяет оперативно и с необходимой повторностью получать снимки одной и той же территории, одного и того же объекта. Отсюда возникает возможность следить за развитием явлений, выявлять благоприятные тенденции (например, условия созревания сельскохозяйственных культур) и опасные явления (лесные пожары, загрязнения водоемов, лавиноопасные зоны и т. п.). Слежение за ними (мониторинг), управление их развитием, предотвращение неблагоприятных воздействий невозможны без карт. Это та область, где открываются самые заманчивые перспективы для соединения аэрокосмических методов и картографии.

Уже было сказано, что на заре своего развития картография составляла единое целое с географией. Тесные связи с ней и другими науками о Земле и планетах сохраняются и по сей день. Представить себе эти науки без карт невозможно.

В физической географии, геоморфологии, геологии, геофизике карты — одно из основных средств познания. Они применяются на всех уровнях, начиная от глобальных исследований, охватывающих всю планету, и кончая наблюдениями на сравнительно небольших географических стационарах площадью всего в несколько гектаров. Карты необходимы для районирования территории, изучения динамики и эволюции явлений, исследования природных ресурсов и поиска полезных ископаемых, оценки местности под строительство и сельскохозяйственное освоение, развития туризма, здравоохранения, отдыха и т. п.

Всякое географическое исследование начинается с составления и анализа карт и картами заканчивается. Это вещи общеизвестные. Но менее известна та поистине выдающаяся роль, которую играет картография в развитии новых научных направлений, в становлении географических наук. Ограничимся лишь несколькими примерами. Такая наука, как неотектоника, изучающая новейшие тектонические движения земной коры, всецело опирается на анализ

рельефа по картам, на сопоставление гипсометрических, геологических, тектонических карт. Основные выводы неотектонисты «кладут на карты», по картам проверяют свои научные гипотезы, устанавливают новые закономерности. Другая наука — океанология, которая занимается исследованием температуры, физико-химических свойств океанских вод, изучением рельефа дна, течений, взаимодействий океана с атмосферой, тоже основную информацию получает с океанографических, синоптических и других карт. В особенности это касается рельефа дна, ведь карты — едва ли не единственный документ, дающий целостную картину строения дна океанов и морей. Медицинская география также добывает сведения о связи заболеваний и эпидемий с климатическими, гидрологическими, почвенно-геохимическими, социально-экономическими факторами почти исключительно путем анализа и сопоставления серий тематических карт.

Неотектоника, океанография, медицинская география — науки весьма различные по задачам и интересам. Но они имеют много общего в стремлении получать с карт максимум информации. Их развитие во многом определяется наличием и достоверностью соответствующих картографических материалов. Важнейшие теоретические концепции и практические рекомендации эти науки разрабатывают на фактическом материале, взятом с карт. Можно назвать еще ряд наук о Земле, в прогрессе которых современная картография играет весьма значительную роль. Среди них планетология и экология, глобальная тектоника и география городов и многие другие. Питая эти науки, картография прогрессирует и сама, развивает новые методы, создает новые типы карт, ищет пути их оптимального, наиболее полного использования.

Аналогичные закономерности характерны и для взаимоотношений картографии с социально-экономическими и историческими науками. В экономико-географических исследованиях карты применяются для обеспечения территориального планирования и долгосрочного прогнозирования развития народного хозяйства, изучения районов сельскохозяйственного освоения, промышленного и городского строительства, для оценки вариантов размещения крупных народнохозяйственных объектов, для проектирования и т. д.

В социально-экономических исследованиях методы картографии тесно переплетаются с методами экономико-математического моделирования народного хозяйства.

Карты позволяют наглядно отобразить и проанализировать особенности размещения населения, его социальную структуру, уровень образования, профессиональный и возрастной состав. Существуют специальные карты, показывающие сети обслуживания населения, торговли, здравоохранения, образования и т. п. В последние годы познание истории развития общества, его экономики, культуры, социальных отношений все больше и больше опирается на карты. Картографы устанавливают тесные контакты с демографами, этнографами, археологами, которые привыкают видеть

в картах не только конечный результат своих исследований, но и эффективный инструмент познания.

Наконец, отметим связи картографии с технической графикой и изобразительным искусством. В древние времена черчение и гравирование карт было сродни искусству, так что даже графика и цвет на картах испытали влияние различных художественных стилей. Многие старинные карты и по сей день считаются произведениями искусства, они даже служат объектом коллекционирования наряду со старинными картинами и гравюрами.

В наши дни на оформительском решении карт сказываются тенденции современного дизайна. От картографической графики требуется не столько эстетическое воздействие, сколько ясность, четкость, наглядность и лаконичность передачи содержания карты. Главное состоит в том, чтобы правильно отобразить идею, суть картографируемого явления или объекта, а не в том, чтобы вызвать у читателя эстетические эмоции. Но хотя содержание карты намного важнее способа его графической передачи, все же неверное ее оформление может затушевать, а подчас и полностью исказить это содержание, дезориентировать читателя, уменьшить эффект восприятия, снизить интерес к карте. Поэтому так существенны укрепляющиеся в настоящее время связи картографии с технической графикой, художественным конструированием. Эти дисциплины занимаются теорией и практикой гармонического оформления предметов промышленного производства. Использование в картографии принципов дизайна облегчает восприятие карт, способствует развитию хорошего эстетического вкуса, а в конечном счете повышает эффективность использования картографических произведений в науке и практике.

В кратком обзоре невозможно назвать все отрасли знаний, в контакте или во взаимодействии с которыми находится картография. Нельзя рассмотреть все аспекты такого взаимодействия, это потребовало бы целой книги. Перед нами стоит иная цель: проиллюстрировать широту и разнообразие контактов, простирающихся от философии до геологии и от математики до искусства.

В итоге картография предстает как познавательная наука, имеющая широкие и, что особенно ценно, двусторонние контакты с философскими, техническими, естественными и социально-экономическими науками. Картография опирается на достижения диалектико-материалистической теории и методологии научного познания, использует совершенные технические средства и автоматизацию. Она применяет современный математический аппарат и вычислительную технику и широко использует новейшие методы аэрокосмической съемки. При этом картография постоянно расширяет взаимодействие с науками о Земле и обществе, увеличивая сферу своих научных интересов и практического применения, стимулирует развитие новых научных направлений, создает картографическое обеспечение для принятия практических народнохозяйственных решений на разных уровнях.

СИСТЕМА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Особенности картографии как науки находят отражение в ее структуре. Она представляет собой довольно разветвленный комплекс научных дисциплин; одни из них имеют многовековую историю, солидную научно-техническую базу, другие возникли недавно и находятся в стадии становления.

Теория картографии, или учение о карте,— раздел, изучающий общие проблемы, предмет и метод картографии как науки, а также отдельные частные проблемы методологии создания и использования карт.

Математическая картография, или учение о математической основе карт, разрабатывает теорию картографических проекций, методы построения картографических сеток, анализа и распределения искажений в них.

Проектирование и составление карт изучает и разрабатывает методы и процессы лабораторного (камерального) изготовления карт.

Картографическая семиотика и оформление карт рассматривают теорию и методы построения систем картографических знаков, язык карты, художественное проектирование карт, вопросы их красочного оформления.

Издание карт—техническая дисциплина, изучающая и разрабатывающая технологию печатания, размножения, полиграфического оформления карт, атласов и другой картографической продукции.

Экономика и организация картографического производства—отраслевая экономическая дисциплина, изучающая проблемы повышения производительности труда при изготовлении картографической продукции, оптимального использования картографического оборудования, материалов, трудовых ресурсов.

Использование карт—раздел картографии, в котором разрабатываются теория и методы применения картографических произведений (карт, атласов, глобусов и др.) в различных сферах практической, научной и культурной деятельности.

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

Картографическое источниковедение разрабатывает теорию и методы систематизации и использования картографических источников (карт, таблиц, снимков и других графических, фотографических, текстовых, цифровых документов), используемых для составления карт.

Картографическая топонимика—дисциплина, изучающая географические названия, их смысловое значение с точки зрения правильного написания на картах.

Картографическая информатика изучает и разрабатывает методы сбора, хранения, поиска и выдачи потребителям информации о картографических произведениях и источниках.

Мы рассмотрели, как различаются картографические дисциплины по предмету своего исследования, но вполне допустимо рассматривать отрасли картографирования и с иных точек зрения.

Можно, например, выделить астрономическое, планетное и земное картографирование, а внутри земного — картографирование суши и океанов. Это крупные и быстро развивающиеся отрасли. Космические исследования резко раздвинули рамки планетного картографирования, а стремление поставить ресурсы океана на службу обществу дало новое дыхание давней отрасли — картографированию морей и океанов.

Можно подразделить картографирование по тематике на топографическое, специальное и тематическое. Внутри этой классификации мы увидим такие отрасли, как природное и социально-экономическое картографирование (геологическое, геоботаническое, почвенное картографирование, картографирование населения, хозяйства, историческое и т. д.).

Если же положить в основание классификации метод картографирования, то следует выделить наземное, аэрокосмическое, подводное картографирование, а если основываться на масштабах, то можно говорить о крупно-, средне- и мелкомасштабном картографировании. Правда, в этом случае речь идет не столько о разделах картографии как науки, сколько о методах составления карт. На рис. 2 показана классификация отраслей картографирования, составленная по разным основаниям.

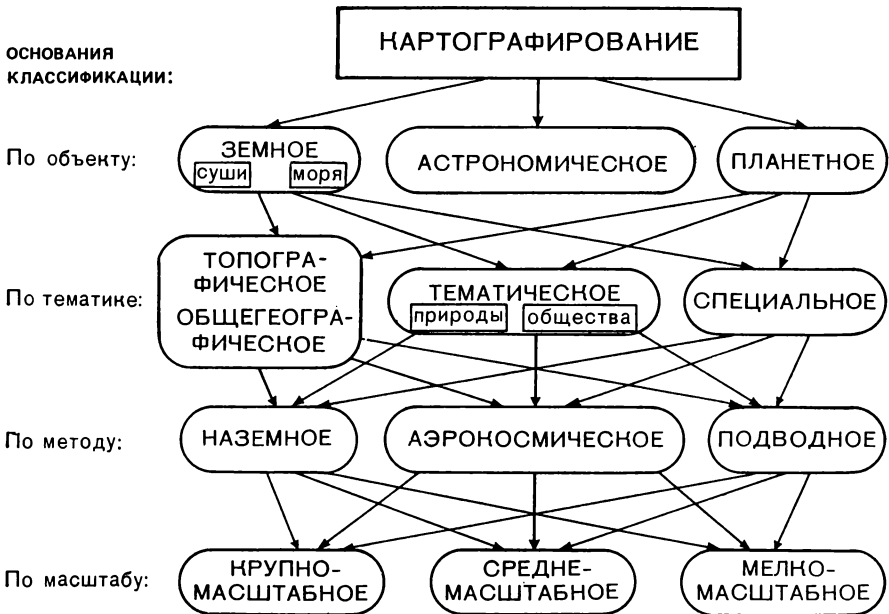


Рис. 2. Классификация отраслей картографирования

Для географов особое значение имеет географическая картография. Выше уже говорилось о том, что основу ее составляет картографирование географических систем (геосистем). Как подчеркивает К. А. Салищев, «между географической картографией и тематическими разделами картографии нельзя провести резкой грани, как, скажем, нет ее между физической географией и отраслевыми географическими науками об отдельных компонентах природы. При исследовании картографическим методом сложных геокомплексов приходится прибегать к их расчленению для раздельного моделирования составляющих комплекс элементов, их состояния, взаимосвязей и функционирования наряду с целостным, синтетическим отображением этих комплексов. Вместе с тем при исследовании и картографировании отдельных компонентов геосистем всегда целесообразен учет их внешних связей, равно как места и значения картографируемого компонента в функционировании системы, к которой он принадлежит... Географическая картография имеет своим предметом исследование геосистем и обращается к их компонентам в меру необходимости, когда это требуется для уяснения сущности и функционирования изучаемой геосистемы; напротив, при отраслевом тематическом картографировании внимание сосредоточивается на определенном элементе геосистемы как таковом и лишь учитывается системное на него воздействие»¹.

Развитие географического направления — важнейшая задача современной картографии. Контакты картографии со многими науками очень сильны, но более всего она связана с географией. Эти связи не только традиционны и естественны — они жизненно необходимы для прогресса той и другой науки. Всякая недооценка их, намеренный или невольный отрыв картографии от географии, какими бы целями он ни оправдывался, ведут к замкнутости и ограниченности теории и методики этих наук, к сужению сферы практического внедрения.

Иногда еще можно встретить стремление отторгнуть картографию от географии, объявив ее сугубо технической наукой. При этом в качестве аргумента за такое отделение выступает призыв рассматривать картографию как самостоятельную науку. Рецидивы научного, или организационного, «разъединения», или «обособления», иной раз дают о себе знать. Однако географы всегда должны помнить, что картография как самостоятельная наука не должна развиваться в отрыве от комплекса географических наук. Мы видели, что современная картография — это весьма разветвленная система научных дисциплин. На основном ее стволе, который образует составление и использование карт, вырастают все новые ветви, протягивающиеся к экономике и семиотике, топонимике и информатике, к естественным и общественным наукам. Но при этом картография завтрашнего дня по стилю научного мышления, по методам исследования остается картографией географической.

¹ С а л и щ е в К. А. Географическая картография — термин, понятие, задачи. — Вестник Моск. ун-та. География, 1979, № 2, с. 6—7.

Глава II. КАРТЫ И ИХ СВОЙСТВА

До чего люди любят карты и планы! А почему? Да потому, что там, на картах и планах, можно потрогать север, юг, восток и запад рукой, а потом сказать: вот мы, а вот Неизвестное,— мы будем расти, а оно будет уменьшаться.
Жюль Верн

ПРОЕКЦИЯ, ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ, УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Картографические произведения многообразны. Это не только карты, глобусы, большие и малые атласы, но и рельефные модели местности, блок-диаграммы и даже цифровые карты, больше похожие на таблицы, чем на привычные нам карты. Надо уметь ориентироваться в этом множестве, а главное — знать свойства карт, их составные элементы, способы изображения.

Начнем с определения. Определить понятие «карта» довольно трудно, прежде всего потому, что карты весьма разнообразны по видам, формам, а значит, и по своим свойствам. Они отображают всевозможные объекты и предназначены для самых разных целей и дать определение им так же сложно, как например, определить, что такое книга, хотя она так хорошо знакома каждому. В современной картографии *картами называют уменьшенные, обобщенные условно-знаковые изображения Земли, других небесных тел или небесной сферы, построенные по математическому закону и показывающие размещение, свойства и связи различных природных и социально-экономических объектов и явлений.* Такое определение несколько громоздко, но все же оно удобно, поскольку сочетает в себе указание на главнейшие свойства карты: проекцию, генерализацию, условные знаки. Это определение можно дополнить характеристикой основного назначения карт, указав, что они служат средством познания, практической деятельности и передачи информации.

В приведенном определении говорится о картах. Это самые многочисленные, но далеко не единственные картографические произведения. Кроме них, существуют атласы — систематические собрания карт, подобранные по единому принципу, глобусы, блок-диаграммы и рельефные карты, дающие объемное, трехмерное изображение территории, ортофотокарты, сочетающие картографическое изображение с фотографическим. Все эти картографические произведения различаются по своему внешнему виду, назначению, наглядности и многим другим характеристикам, но при этом обладают теми же главными свойствами, что и карты: все они представляют собой уменьшенные модели действительности, построенные по законам математической проекции, так или

иначе обобщенные и генерализованные и обязательно использующие условные обозначения.

Вид картографических произведений в определенной степени зависит от того, составлены они человеком или автоматическим устройством. Такие карты называют машинными, они изготавливаются очень быстро и вполне удовлетворяют оперативным запросам потребителей: проектировщиков, планировщиков, статистиков. Но по способам изображения, оформлению, по внешнему облику машинные карты сильно отличаются от тех, которые созданы картографом, даже если картограф пользовался самыми совершенными автоматическими чертежными устройствами (рис. 3). Машинные карты так же непохожи на обычные карты, как человекоподобный робот — на живого человека: вроде бы все на месте — и руки, и ноги, и голова, но все «не такое» — угловатое, геометрически заостренное, механическое. При этом робот может выполнять некоторые операции быстрее и точнее, чем человек. Точно так же и машинная карта может быть создана быстрее и давать более точную информацию, чем обычная.

Некоторые машинные карты не имеют привычного картографического рисунка. Они состоят из набора цифр, обозначающих, например, высоту местности в ряде точек или мощность геологических пластов — это так называемые цифровые карты или цифровые модели местности. Вообще говоря, машинные карты и цифровые картографические модели можно было бы выделить в особую группу картографических произведений.

В определении карты, которое было дано выше, отмечены три основных ее свойства: математическая определенность, генерализованность и знаковость. Разберем эти свойства более подробно и постараемся показать, что нового вносят в них достижения современной картографии.

Математический закон построения — это способ перехода от реальной, сложной и геометрически неправильной физической поверхности земного шара к плоскости карты. Для этого вначале переходят к правильной математической фигуре эллипсоида или шара, а затем разворачивают изображение в плоскость опять-таки с помощью строгих математических зависимостей.

Иначе говоря, каждой точке на Земном шаре с долготой λ и широтой φ отвечает одна и только одна точка на карте с прямоугольными координатами X и Y

$$X = f_1(\varphi, \lambda); \quad Y = f_2(\varphi, \lambda)$$

При этом картографическое изображение должно быть непрерывным, т. е. не иметь разрывов, а значит надо в одних местах искусственно сжать изображение, а в других — растянуть. Отсюда на всякой карте неизбежны искажения. За удобство изображения лика Земли на листе бумаги приходится «платить». Искажения картографических проекций — неизбежное зло, и хотя идея проекций проста, а функциональная зависимость, записанная в общем виде, выглядит элементарной, каждая конкретная реализа-

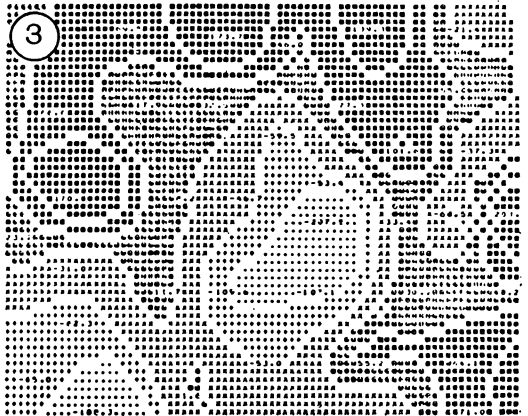
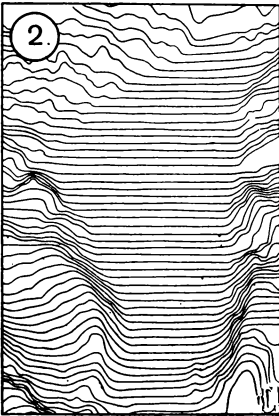


Рис. 3. Образцы машинных карт. Изолнии (1) и блок-диаграмма (2) построены чертежным автоматом; изолининое изображение (3) и картограмма (4) выполнены линейно-печатающим устройством.

ция достаточно сложна. Вся трудность как раз и состоит в учете искажений, вызываемых картографической проекцией.

Если уж нельзя избежать искажений, то следует стремиться к тому, чтобы они были распределены на карте наиболее выгодным образом. Скажем, на карте, по которой предстоит оценивать размеры земельных угодий, не должно быть искажений площадей, а на карте, где будут прокладывать маршруты судов или самолетов, не должны искажаться направления. В других случаях желательно, чтобы искажения были минимальны в центральной части листа карты, или были приспособлены к очертаниям картографируемого государства, или оставались неизменными вдоль каких-нибудь направлений и т. п.

Издавна при разработке картографических проекций пользовались вспомогательными поверхностями, как бы проектируя изображение с шара на цилиндр, на конус, на множество конусов, на плоскость и т. п. Отсюда пошли и названия проекций: цилиндрическая, коническая, поликоническая, азимутальная¹. Но дело этим не исчерпывается. Созданы десятки произвольных проекций, для которых не существует столь очевидного геометрического аналога, но они необходимы, чтобы удовлетворить разнообразные требования потребителей карт в отношении наглядности, проведения измерений, навигаций и т. п.

В современной картографии создан достаточно большой фонд проекций для карт любого территориального охвата (планета в целом, материка и океаны, страны и т. д.), всевозможного назначения (научные, учебные, навигационные и другие карты), разных масштабов. Составляя новую карту, картограф редко занимается теперь расчетом проекций. Ему достаточно обратиться к специальным атласам, где представлены картографические сетки на любой выбор. И все же бывают случаи, когда нужны новые проекции. Например, в последние десятилетия, когда возрос интерес к изучению океанов, потребовались особые проекции, в которых акватории не искажаются совсем или искажаются в очень малой степени.

Раньше, когда основное внимание географы уделяли изучению суши, картографические проекции строились так, чтобы искажения в пределах материков были минимальны. Иногда даже прибегали к разрывам изображения в пределах океанов (рис. 4). Теперь положение изменилось, и это отразилось на разработке новых картографических проекций. На рис. 5 приведен пример необычной проекции для карты Мирового океана². Она изображает акватории без искажения площадей, и это очень удобно для измерения размеров шельфов, подводных хребтов, различных элементов оке-

¹ Ясное и доступное учителю изложение основных видов, свойств, вариантов применения картографических проекций содержится в кн.: Г е д ы м и н А. В. Картографические проекции советских школьных карт. М., Просвещение, 1984.

Хорошие иллюстрации способов изображения поверхности Земли на плоскости приведены в «Географическом атласе для учителей средней школы». 4-е изд. М., 1980, с. 19—20.

² Проекция разработана В. О. Муревским в 1975 г.

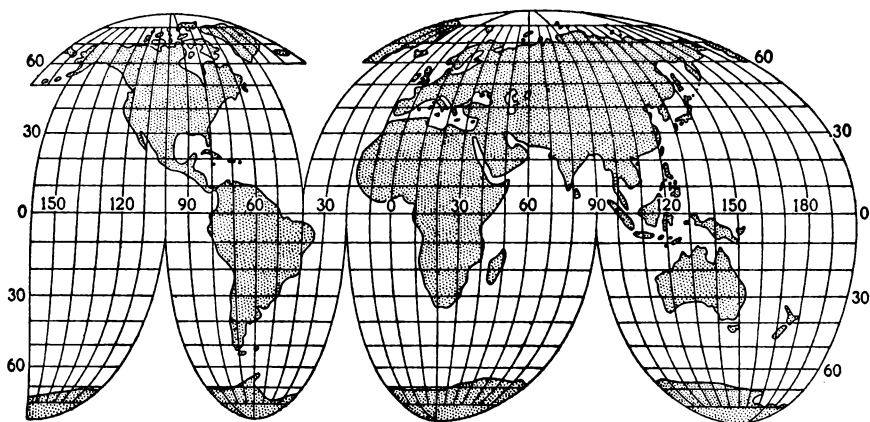


Рис. 4. Проекция для карты мира с разрывами изображения на океанак.

анического дна. Но, чтобы добиться равновеликости изображения океана, пришлось «пожертвовать» точностью изображения материков. Их очертания сильно искажены, разорваны. Карта имеет непривычный вид, однако она удобна для решения конкретных задач морской геологии, геоморфологии, океанографии.

Поиск новой проекции или модификация старого варианта осуществляются аналитически с помощью ЭВМ. Созданы специальные программы и алгоритмы, которые позволяют рассчитать любую картографическую сетку с заранее заданным видом меридианов и параллелей, с нужным распределением искажений. Для этого сперва вычерчивают приближенные эскизы, а затем отыскивают точные уравнения, описывающие именно заданную сетку. Отладив однажды алгоритм для какого-либо типа проекций, можно в дальнейшем строить любые их варианты.

О создании математической основы карты можно с полным основанием сказать, что теперь это «дело техники». Такое суждение тем более справедливо, что и вычерчивание картографической сетки выполняется автоматическими координатографами — чертежными устройствами с программным управлением.

Картографическая генерализация — это отбор на карте главного, существенного и его целенаправленное обобщение в соответствии с масштабом и назначением карты. Генерализованность — важнейшее свойство карты. Им обладает всякая, даже самая крупномасштабная, карта, поскольку в крупном масштабе нельзя (да и вряд ли необходимо) показывать объект со всеми подробностями и деталями. Приходится от некоторых из них освобождаться, проводить упрощения. Но генерализация не сводится только к упрощению, это еще и выделение главного. Именно поэтому карта отличается от многих других изображений местности, таких, как фотография, аэрофотоснимки, космические изображения.

Проблемы, связанные с картографической генерализацией,

принадлежат в картографии к числу наиболее актуальных, ключевых. От их решения зависит совершенствование карт, автоматизация процессов их создания и использования. Особенности картографической генерализации удобно пояснить, сравнив ее с аэрокосмической генерализацией. Они в чем-то близки и в то же время принципиально различны.

При съемке с самолета или космического корабля генерализация происходит, прежде всего, за счет уменьшения с высотой масштаба изображения. С высоты многие детали попросту неразличимы. Иначе говоря, уменьшается разрешение, или разрешающая способность снимка, его свойство разделять воспроизводить мелкие детали местности. Кроме того, чем выше поднята съемочная аппаратура, тем больше толщина атмосферы, отделяющая ее от поверхности Земли. Атмосфера насыщена водяными парами, местами она сильно запылена, по-разному освещена, бывают дымки. Все это ведет к тому, что объекты на земной поверхности различаются менее четко, очертания их становятся расплывчатыми, контрасты уменьшаются, а некоторые малоконтрастные объекты сливаются воедино.

Чем выше поднята съемочная аппаратура, тем больше обзор, но тем мельче масштаб и меньше детальность, контрастность изображения, четкость, объектов и границ. Это свойство снимков, особенно сильно проявляющееся при съемке с космических высот, получило название фотографической (оптической) генерализации.

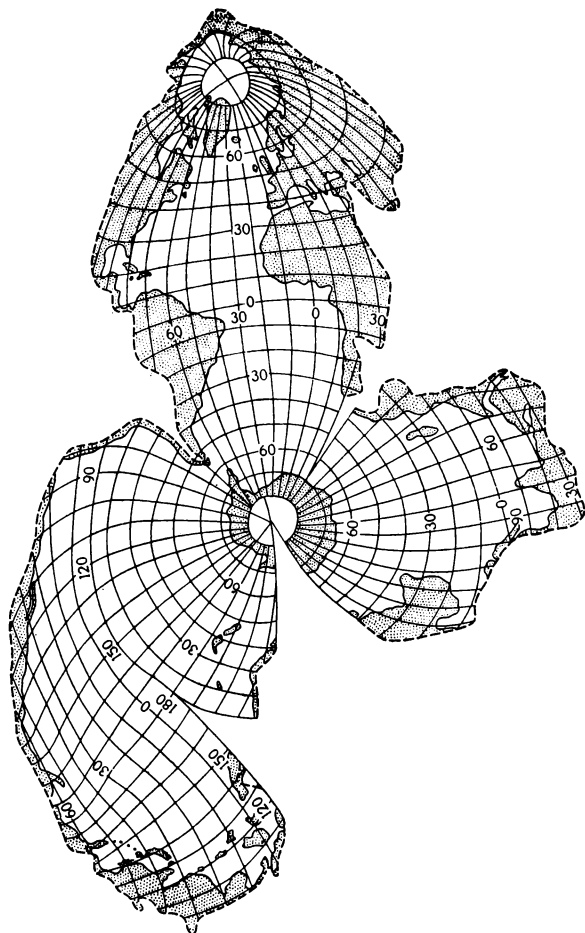


Рис. 5. Проекция для карты Мирового океана с разрывами на материках.

Очень существенно, что фотографическая генерализация — процесс механический, не зависящий от воли человека. Конечно, можно в какой-то степени управлять и фотографической генерализацией, подбирая, например, те или иные зоны съемки, особые фоточувствительные материалы, специальную съемочную аппаратуру с высоким разрешением. Но от этого сам процесс фотографической генерализации не перестанет быть механическим.

Совсем иное дело — генерализация картографическая. Здесь в дело вмешивается картограф. Именно он решает, какие элементы следует показать на карте, поскольку они важны для понимания существа явления, а какие — можно исключить, где нужно упростить очертания, а где, напротив, подчеркнуть или даже несколько утрировать характерные детали рисунка, как изменить способы изображения, какие ввести знаки, шкалы, градации для показа тех или иных явлений. Если фотографическая генерализация «пропущена» через линзы фотообъектива, то картографическая генерализация — это результат творческого научного труда составителя карты.

Картограф устанавливает цензы отбора, т. е. предел для показа объектов (например, считает необходимым показать на карте только те населенные пункты, где проживает более 10 тыс. человек, или только те реки, длина которых на карте более 1 см), назначает нормы отбора (например, предлагает показать не более 100 городов на 1 дм² карты). Эти установки не произвольны. Картограф руководствуется в первую очередь назначением карты. Если, скажем, она предназначена для школьников, то на ней следует отразить сведения, согласующиеся с учебником, а если она к тому же должна висеть в классе на стене, то изображение следует дать яркими, крупными знаками, хорошо различимыми издали, а мелкие объекты нужно исключить. Если же карта адресована научному работнику, то на ней желательно отразить максимум возможной информации, позаботившись при этом о сохранении читаемости карты.

Создатель карты обязан, кроме того, знать характерные особенности изображаемой территории, поскольку то, что несущественно в одном районе, может оказаться очень важным в другом. Не беда, например, если не удастся показать все озера в тундре: гораздо важнее отразить ее озерность в целом. Но совершенно недопустимо исключить даже малое озеро в полупустыне.

Генерализуя изображение, картограф не имеет права формально спрямлять очертания объектов, механически исключать извилины рек или мелкие изгибы береговой линии. Он обязан заботиться о создании географически верного, правдоподобного изображения, и поэтому в иных местах приходится, нарушая геометрию, подчеркивать характерные детали, немного сдвигать контуры, согласуя их друг с другом.

В процессе генерализации тематических карт картограф вначале генерализует легенду, обобщая качественные характеристики явлений, объединяя таксономические подразделения легенды, иск-

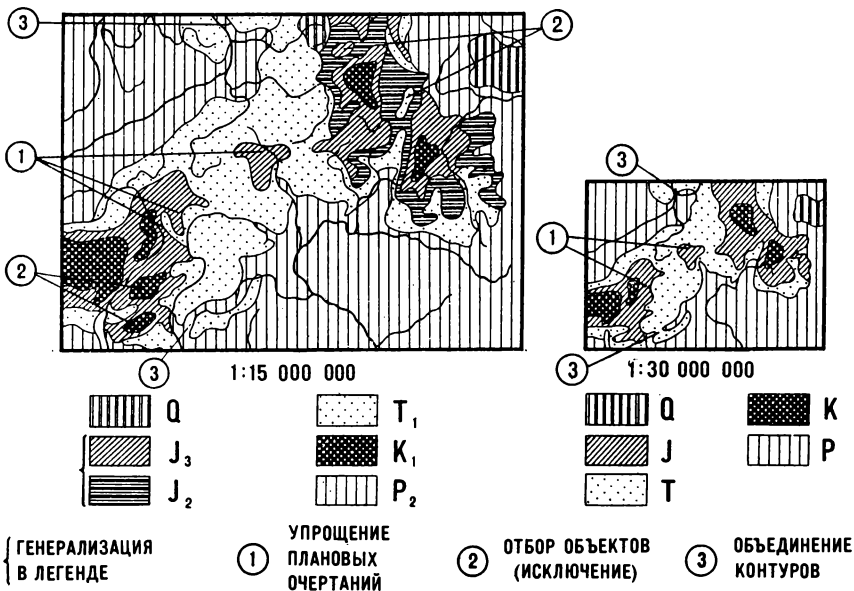
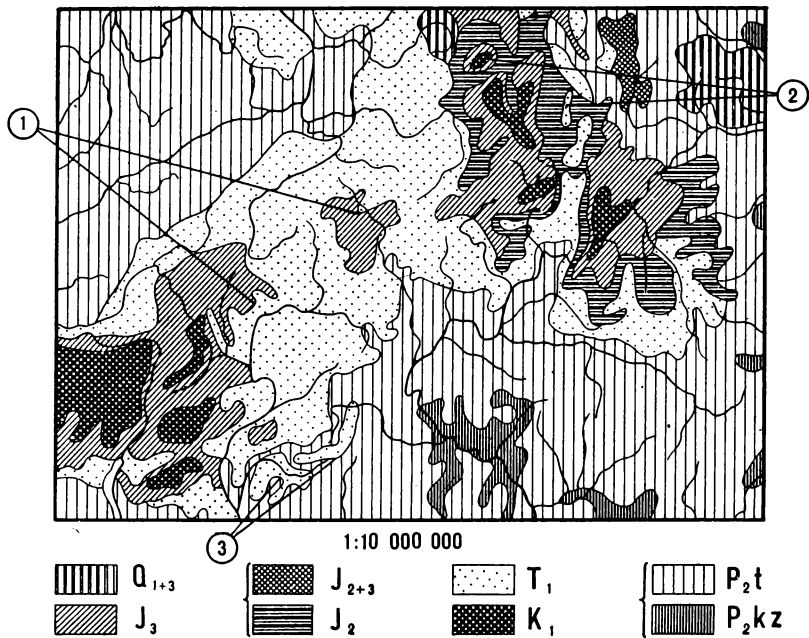


Рис. 6. Проявления картографической генерализации (на примере мелкомасштабной геологической карты).

лючая отдельные ступени классификации. Затем, обрабатывая само уменьшенное картографическое изображение, он упрощает плановые очертания площадных и линейных объектов, объединяет некоторые контуры, исключает мелкие и второстепенные объекты, а другие важные элементы может показать даже с преувеличением. Некоторые особенности генерализации, характерные для тематических карт, показаны на рис. 6. Нередко в процессе генерализации меняются и сами способы изображения, например от качественного фона переходят к значкам ареалов и т. п.

Словом, генерализация — весьма сложный процесс, и здесь отмечены далеко не все его особенности и проявления, а лишь некоторые сложности, которые приходится многократно преодолевать картографу. Но сказанного достаточно, чтобы сделать вывод о том, что картограф должен знать не только *как отразить* на карте ее содержание в генерализованной форме, но прежде всего *что отразить*. Недостаточно только владеть картографической техникой, нужно понимать существо изображаемого явления. Если это геологическая карта, то следует знать особенности геологического строения территории, если медико-географическая карта — закономерности распространения болезней, если карта населения — пространственные черты расселения и т. п.

Именно благодаря изучению существа картографируемых явлений картограф, специализирующийся на составлении карт определенной тематики, становится одновременно и специалистом по данной теме. И в этом одна из особенностей картографии. При этом важно подчеркнуть, что картографическая генерализация — это объективный научный процесс, подчиненный вполне определенным правилам и установкам. Впрочем, находятся специалисты, которые отрицают его объективность, считая, что генерализация навсегда останется творческим процессом и что ее невозможно свести к системе строгих правил, регламентировать или стандартизировать. Но, как пишет К. А. Салищев, «советские работы по генерализации всегда исходили из философских представлений о связях, взаимодействии и развитии явлений природы и общества и предполагали в качестве обязательных условий генерализации познание сущности картографируемых явлений и учет их пространственной специфики (районирование). Именно диалектико-материалистический подход обеспечил успех в разработке географических основ генерализации и ее закономерностей: сохранение и выделение в процессе генерализации типических черт и характерных особенностей картографируемых явлений, установление закономерностей этого процесса применительно к различным явлениям и разным масштабам, учет взаимосвязей и динамики генерализируемых явлений»¹.

Генерализованность изображения — важнейшая особенность карты как модели действительности. Карта не является, подобно снимку, копией объекта. Она «пропущена» через голову и руки кар-

¹ Салищев К. А. Генерализация в ее истории и современном развитии. — Итоги науки и техники. Картография, т. 5. М., ВИНТИ, 1972, с. 11.

тографа. Всякое новое оригинальное картографическое произведение несет в себе отпечаток современных представлений об объекте, знаний, научного опыта создателя карты. Тематическая карта или атлас — это всегда авторское произведение, подобно тому как авторским произведением является научная статья, учебник или коллективная монография.

Сказанное очень важно иметь в виду, поскольку бытует представление, что карта — лишь некая «объективная» копия изображаемого явления. Это не так. Опираясь философскими категориями, можно сказать, что *карта — это субъективный образ объективной действительности*. Образ тем ближе, тем вернее и адекватнее отражает действительность, чем полнее она изучена, творчески осмыслена и освоена картографом. Мощную роль в этом творческом освоении играет картографическая генерализация, опирающаяся на научное знание объекта.

Не следует, однако, преуменьшать роль субъективного фактора генерализации. Для понимания сущности генерализации вредна недооценка объективных ее закономерностей и субъективных проявлений, зависящих от свойств картографируемого явления, принятых концепций картографирования и, не в последнюю очередь, от индивидуальности самого картографа. И если мы привыкли к тому, что есть разные, порой весьма несхожие учебники по математике, биологии, географии, даже по иностранному языку (все определяется их назначением), то должно ли нас удивлять, что имеются тематические карты одного и того же масштаба, но обладающие различной степенью генерализованности? Отметим, что мы пока говорим только о генерализации и не касаемся того факта, что картографы могут исходить в своей трактовке действительности из разных теоретических принципов или принадлежать к разным научным школам.

Скажем еще несколько слов о возможностях и перспективах автоматизации картографической генерализации. Без преувеличения это самый «крепкий орешек» в картографии. Сложное переплетение объективных законов и субъективных факторов, связанных с отбором объектов, упрощением очертаний, выбором и выделением главных черт изображения, — все это сильно затрудняет формализацию процесса генерализации, ее математическое описание и алгоритмизацию.

В указанном направлении сделано много попыток, поскольку очень заманчиво найти правило или систему правил, следуя которым можно было бы формализовать этот ключевой процесс картосоставления. Предлагают, например, отбирать объекты, исходя из соотношения масштабов источника и составляемой карты, вводят различные коэффициенты, определяющие меры отбора тех или иных элементов изображения в зависимости от их плотности или размера на карте. Разрабатывают особые приемы математической фильтрации, которая, подобно некоему сити, удерживает крупные элементы изображения и «просеивает», исключает мелкие детали. Размеры «крупных» и «мелких» элементов определяются «ячей-

кой сита», т. е. параметрами фильтрации. Для генерализации линейных элементов применяют формальное сглаживание, после которого всякая кривая теряет мелкие изгибы и извилины. Если повторить сглаживание несколько раз, то конфигурация кривой, очертания любого контура на карте значительно упростятся.

Все эти и многие другие приемы, используемые порознь или в совокупности, не решают полностью проблемы «управления» генерализацией. Удастся провести строгий отбор деталей изображения согласно заданным цензам и нормативам, но сложно решить на формальной основе, какие из этих деталей важны с географической точки зрения. Сравнительно нетрудно упростить шкалы и обобщить градации, сохранить некоторые типичные точки и характерные изгибы, но когда требуется утрировать на генерализуемой карте отдельные малые по размеру, но существенные объекты, тогда формальные критерии оказываются недостаточными, а алгоритмы «буксуют». Если графические возможности уменьшения исчерпаны, а объект все-таки должен быть оставлен на карте, то картограф вводит новые внесмасштабные знаки, взаимно сдвигает их — одним словом, ищет компромисс между геометрической точностью и географическим соответствием. А математические критерии и алгоритмы «бескомпромиссны», и еще не найден достаточно надежный способ обойтись при генерализации без творческой интуиции создателя карт. Его решения базируются на *знании существа* объектов, их генезиса и места в общей системе географических (геологических и др.) объектов. Поэтому такие решения индивидуальны в каждой конкретной ситуации, поэтому они трудно формализуемы.

Вряд ли когда-нибудь генерализацию удастся полностью перевести на язык алгоритмов, вряд ли в этом есть необходимость. По-видимому, целесообразно автоматизировать стандартные, трудоемкие и однообразные операции при генерализации, а конкретные решения в каждом случае оставить за картографом. Иначе говоря, автоматизация картографической генерализации возможна лишь в диалоговом режиме.

Знаковость картографического изображения — это свойство, отличающее карту от многих других графических моделей. Знаки на карте — это зрительно воспринимаемые элементы изображения. Они условно представляют предметы, явления и процессы, показывают их местоположение, качественные и количественные характеристики. Совокупность знаков образует картографический образ, а множество образов составляет целостное картографическое изображение.

Роль знаков на карте определяется теми функциями, которые они выполняют. Прежде всего с помощью знаков решается задача общения, *передачи информации* между различными группами людей (задача коммуникации). Картографические знаки позволяют обмениваться знаниями специалистами, работающим в разных отраслях наук о Земле и обществе, составителям и потребителям карт, принадлежащим к разным профессиональным группам. Картографические знаки интернациональны. Люди, говорящие на

разных языках, понимают их без перевода. В последние годы изыскиваются возможности машинного распознавания знаков, а это значит, что они станут языковым средством в диалоге человека с вычислительной машиной.

Роль знаков не ограничивается только передачей информации. Они служат мощным инструментом *фиксации, формализации и систематизации знаний*. Не менее важны также познавательные (гносеологические) функции знаков. С картографическими знаками можно проводить действия, преобразовывать их из одной формы в другую, проводить по карте всевозможные измерения и исчисления. Оперирование знаками, выполняемое по определенным правилам, позволяет выявлять закономерности, которые трудно (или даже невозможно) выявить эмпирически. Познавательная функция картографических знаков состоит еще и в том, что они служат способом формирования научных понятий, средством конкретизации теоретических построений, т. е. способом научного исследования. Философ и математик Г. Лейбниц, создавший дифференциальное и интегральное исчисления и разработавший соответствующую символику, сказал: «Следует заботиться о том, чтобы обозначения были удобны для открытий». Эта мысль, высказанная относительно математических символов, вполне справедлива для зрительно воспринимаемых картографических условных обозначений, они более, чем какие-либо другие, должны быть «удобны для открытий».

Существует несколько видов условных картографических знаков. Те объекты, которые выражаются в масштабе карты, передают площадными условными знаками. Обычно они состоят из контура и его заполнения. Объекты большой протяженности, но малой ширины (реки, дороги, границы) показывают линейными условными знаками, а объекты, не выражающиеся в масштабе карты, изображают немасштабными обозначениями. При этом знаки любого вида должны характеризовать не только свойства каждого изображаемого объекта, но и их взаимные отношения: порядок, пропорциональность, различие, подобие и др.

Для построения картографических условных знаков используют целую систему графических средств. Знаки могут различаться по форме, размерам, ориентировке, цвету, насыщенности цвета, внутренней структуре. Эти различия иногда называют графическими переменными. Комбинируя и сочетая разные графические переменные, картограф может получить сколь угодно большое количество вариантов условных знаков. На рис. 7 схематично представлены различные графические переменные, с помощью которых формируются картографические обозначения. Впервые представления о графических переменных были выдвинуты современным французским картографом и специалистом по графической передаче информации Ж. Бертенем. Составитель карты всегда имеет возможность выбрать из числа графических переменных те, которые наиболее подходят для данной карты, отвечают ее тематике, назначению, удовлетворяют эстетическим требованиям. Если существующие картографические символы по каким-либо причинам представля-

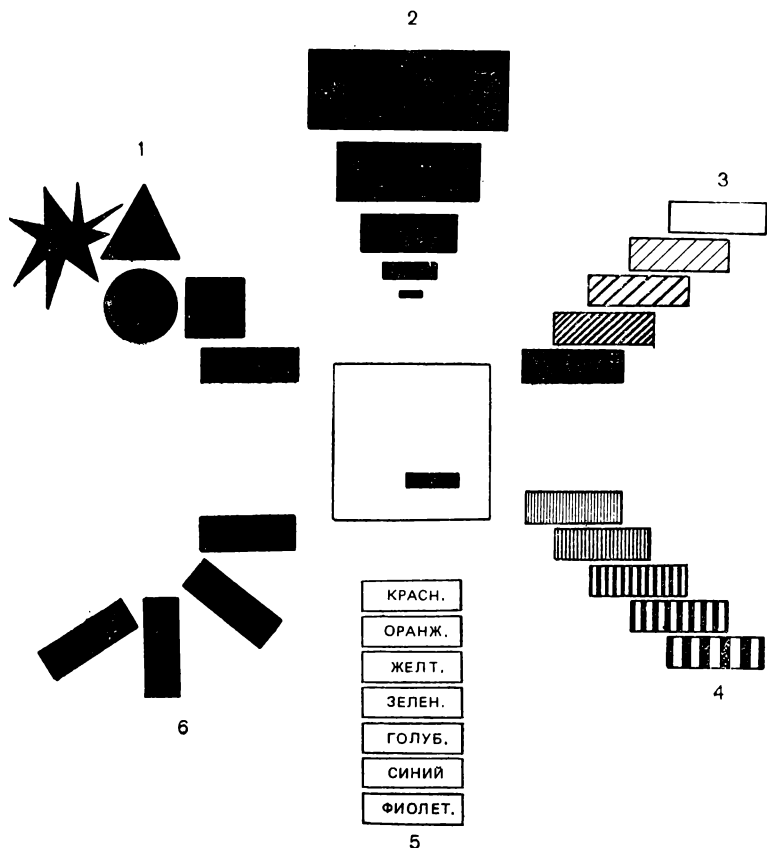


Рис. 7. Графические переменные, используемые для конструирования условных знаков на картах. 1 — форма; 2 — размер; 3 — светлота; 4 — внутренняя структура; 5 — цвет; 6 — ориентировка.

ются неподходящими, то всегда есть смысл их усовершенствовать, модифицировать либо сконструировать новые обозначения.

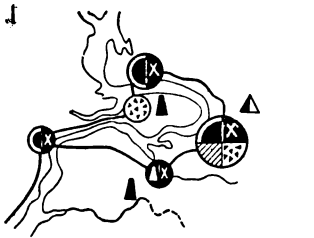
Свобода в выборе условных знаков и способов оформления карты способствует созданию ярких, оригинальных произведений, разнообразных по стилю, дающих простор творческой мысли читателя карты. Но в то же время такая ситуация осложняет унификацию и стандартизацию условных обозначений, а это — очень важная проблема в картографии. Если, например, в математике для арифметических или алгебраических действий приняты строго установленные знаки, а в химии каждый элемент периодической таблицы обозначен одним и только одним символом, то в картографии это не так. Например, населенный пункт можно показать на карте кружком, звездочкой, квадратом, стилизованным рисунком домика или каким-либо иным способом. При этом можно предложить

много вариантов кружков или звездочек, различных по цвету, внутреннему рисунку, размеру. И если, например, химические уравнения всегда понятны специалистам и не требуют дополнительной расшифровки символов, то всякая карта или атлас нуждаются в легенде, разъясняющей значение каждого обозначения.

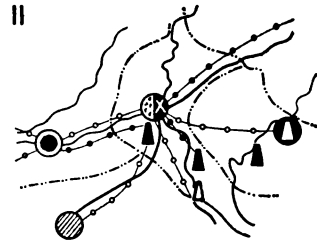
В современной картографии проблема стандартизации систем основных знаков, закрепления определенных обозначений за определенными объектами стоит весьма остро. В настоящее время стандартные условные обозначения приняты и официально закреплены для топографических и общегеографических карт разных масштабов. Они обязательно должны применяться на всех государственных топографических картах. В тематической картографии унифицированные системы индексов и цветов введены лишь для геологических и отчасти для почвенных карт, ведутся работы по созданию унифицированных легенд для геоморфологических карт. Для карт другой тематики стандартизированные обозначения отсутствуют.

Не следует, конечно, думать, что в выборе условных знаков царит полный произвол. Есть установившиеся правила, определяемые многими факторами и причинами. Коротко остановимся на них. Прежде всего, применение тех или иных условных обозначений зависит от *особенностей локализации и характера распространения явления* по территории, т. е. от его приуроченности к пунктам, линиям или площадям, от того, занимает ли явление всю территорию, рассредоточено оно или имеет единичные проявления. Далее, на построение системы условных обозначений существенное влияние оказывают *принципы классификации*, принятые для данного явления в науке и практике. Важную роль играют и такие факторы, как *распознаваемость* (различимость, читаемость) знаков, *условия их взаимного сочетания* на карте. Иногда, например, бывает так, что хорошие сами по себе знаки не очень удачны в сочетании, что затрудняет их поиск, распознавание и читаемость. Наконец, не последнее место при выборе знаков имеют их *эстетические свойства*, а также *картографическая традиция*, которая определяет привычность знаков для читателя, их узнаваемость на карте. Например, месторождения полезных ископаемых принято показывать геометрическими значками или химическими символами, такова традиция, и трудно представить себе угольное месторождение, обозначенное звездочкой, хотя в принципе она ничем не хуже квадрата. В последние годы при проектировании знаков и знаковых систем все больше принимают во внимание их *удобство для выполнения измерительных работ*, определения количественных характеристик объекта, взаимного сопоставления. Этими качествами определяется эффективность восприятия картографических условных обозначений.

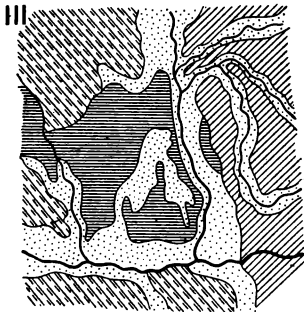
Исследованием свойств знаков и знаковых систем, функционирующих в естественных и искусственных языках, занимается семиотика. Она изучает виды знаков (буквы, слова, графические символы).



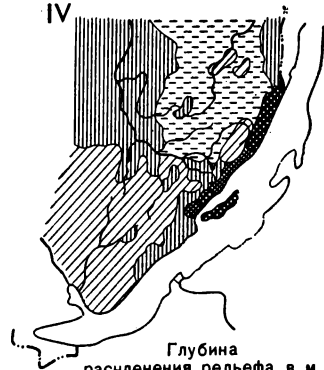
- Обрабатывающая промышленность**
- машиностроение
 - ⊗ химическая
 - ⊖ нефтеперерабатывающая
 - ⊘ производство строительных материалов
 - ⊙ пищевая
- Добыча**
- ▲ нефти
 - ▲ серы



- границы областей
- железные дороги
- ~ гидрография
- нефтепроводы
- газопроводы



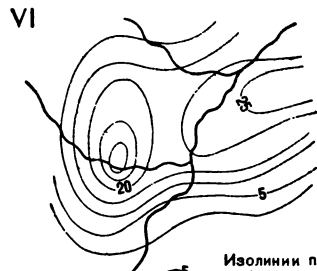
- Почвы равнин**
- ▨ подзолистые
 - ▨ дерново-подзолистые
 - ▨ болотно-подзолистые
 - ▨ подзолисто-буроземные



- Глубина расчленения рельефа, в м превышения над руслами рек**
- ▨ менее 100
 - ▨ 300
 - ▨ 600
 - ▨ 1000
 - ▨ более

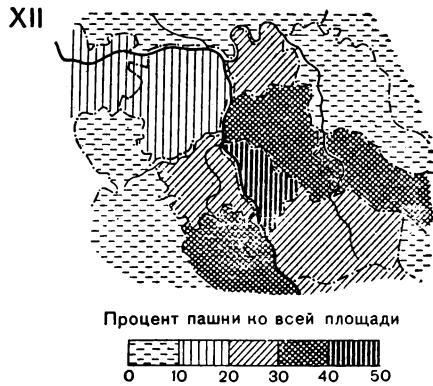
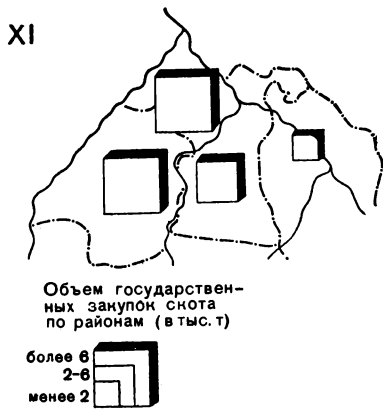
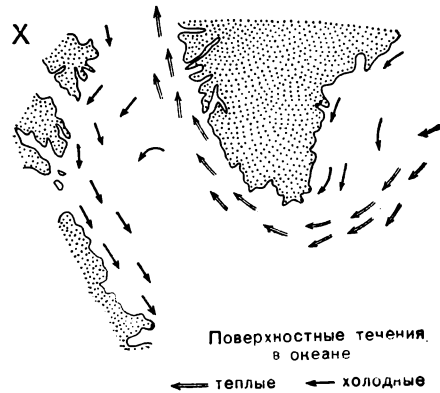
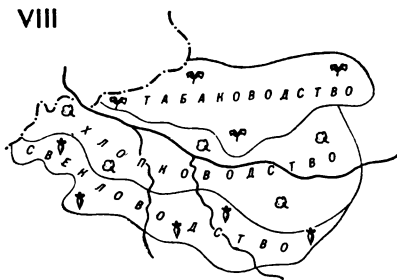
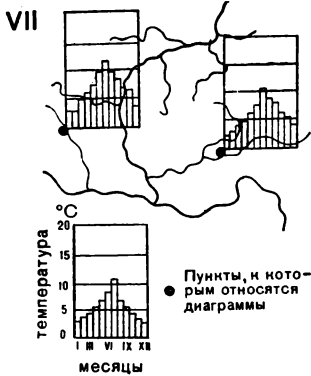


- 160— Горизонтали и их подписи



- 5— Изолинии плотности поголовья крупного рогатого скота

Рис. 8. Примеры разных систем картографических знаков: I — значки; II — линейные знаки в сочетании со значками; III — качественный фонд; IV — количественный фонд; V — изолинии; VI — псевдоизолинии; VII — локализованные диаг-



раммы; VIII — ареалы; IX — точечные знаки; X — знаки движения; XI — картодиаграммы; XII — картограммы.

лы, сигналы и т. п.), закономерности их сочетаний и взаимоотношений. Сейчас семиотика все более вовлекает в круг своих интересов и язык карты, рассматривая проблемы выбора, конструирования, распознавания и использования картографических условных знаков. Картографическая семиотика постепенно оформляется в особую дисциплину в картографии. В семиотике существуют три раздела: семантика, синтактика и прагматика. В приложении к картографии семантика изучает отношение условных обозначений к самому отображаемому явлению, синтактика анализирует правила употребления знаков, способы их сочетания и законы формирования картографических образов, а прагматика рассматривает отношения знаков и читателя карты, прежде всего особенности восприятия знаков читателем.

Этот последний раздел семиотики весьма важен с практической точки зрения, поскольку прагматика должна ответить на вопрос, каким образом знаковые свойства карты влияют на ее использование в тех или иных конкретных приложениях, какова роль картографических знаков в формировании научно-теоретических представлений, в какой мере можно воздействовать на направление использования карт, меняя знаковые системы, совершенствуя их свойства.

Явления с различной локализацией и характером пространственного распространения отображаются разными системами картографических знаков (рис. 8). Для объектов, локализованных в пунктах и не выражающихся в масштабе карты, применяют способ знаков — геометрических, буквенных или наглядных обозначений, показывающих местоположение объекта, его качественные и количественные характеристики. Объекты, локализованные на линиях — реки, дороги, границы, и т. п., — передают с помощью линейных знаков, которые также могут отображать качественные и количественные свойства объекта.

Если явление распространено на обширных площадях, то его показывают на карте способами качественного или количественного фона. Качественный фон (цвет, штриховку) применяют для районирования (дифференциации) территории по выбранному признаку, для картографического отображения каких-либо классификационных подразделений, например, типов геологических пород, растительных ассоциаций или ландшафтов и т. п. Точно так же количественный фон позволяет передать количественный аспект районирования, например, выделить области с разным уровнем экономического развития, речные бассейны с различным расчленением рельефа, геологические структуры, различающиеся по интенсивности неотектонических движений.

Для явлений, имеющих сплошное, непрерывное и при этом более или менее плавное распределение на значительной территории (или акватории), традиционным способом картографического изображения служат изолинии — линии равных значений какого-либо количественного показателя: изогипсы, изотермы, изогипсы

и т. п. Изолинии — очень удобный, гибкий и высокоинформативный способ изображения. С их помощью удается передать не только количественные характеристики явлений, но и их динамику, перемещение, связь одних явлений с другими (существуют специальные изолинии взаимосвязи — изокорреляты). При составлении карты всегда учитывается, что читатель воспринимает не каждую изолинию в отдельности, а всю их совокупность, единую систему изолиний, с помощью которой можно отразить индивидуальные особенности формы и структуры картографируемого объекта. Изолинии применяют для реальных непрерывных явлений, таких, как рельеф суши и морского дна, температура, количество осадков, и для условно-непрерывных, таких, скажем, как плотность населения или густота овражной сети. В этих случаях обычно говорят о псевдоизолиниях, т. е. изолиниях условно абстрактных расчетных показателей.

Явления, распространенные на площадях, можно изображать и с помощью локализованных диаграмм, т. е. диаграмм, которые привязаны к определенным пунктам, но при этом характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую территорию. Таковы локализованные диаграммы, показывающие сезонный ход (динамику) гидрологических и метеорологических явлений. Они относятся на карте к пунктам, где расположены метеостанции, но дают представление о климате целого района.

Для показа перемещений явлений в пространстве используют знаки движения: векторы и ленты. С их помощью можно отразить направление ветров и течений, дрейф льдин, перелет птиц, транспортные перевозки, перемещение капиталов из одной страны в другую и т. п. Варьируя цвет, форму векторов, ширину и структуру лент, удается передать качественные и количественные особенности динамических явлений.

Если необходимо обозначить на карте район, в пределах которого распространены те или иные однородные объекты — полезные ископаемые, животные, сельскохозяйственные культуры, особые формы рельефа (карстовые пещеры, соляные купола) и т. п., то используют способ ареалов. При этом отмечают на карте контур ареала, закрашивают или заштриховывают область, занятую явлением, либо применяют какой-то иной графический прием для указания пределов ареала.

Для явлений рассеянного распространения, неравномерно размещенных на обширных площадях, применяют точечный способ. По всей территории ставят точки, причем каждая обозначает какое-то определенное количество объектов. Например, одна точка соответствует 50 га посевов кукурузы или одна точка — 2000 голов крупного рогатого скота. Это количественная характеристика называется «весом» точки. Применяя точечные обозначения разного веса, цвета, даже разной формы, можно подробно и детально отобразить на карте качественно и количественно различающиеся явления, передать их размещение, концентрацию и структуру.

Для отображения статистических показателей используют картограммы и картодиаграммы. Тот и другой способы характеризуют явления по ячейкам территориального, чаще всего административного, деления, поскольку именно по ним собираются статистические сведения. Различие способов в том, что картодиаграмма отражает абсолютные показатели, а картограмма — относительные. Например, картодиаграмма может показывать общий объем выпускаемой продукции по районам, а картограмма — объем продукции в расчете на душу населения.

Таким образом, существует свыше десятка разных способов картографического изображения. Здесь перечислены основные виды, но они имеют много вариантов, комбинаций, взаимных переходов. Варьируя и сочетая различные графические переменные, удастся получить любые виды знаков для отображения всего многообразия конкретных природных и социально-экономических явлений. В настоящее время при разработке новых знаков проявляются три основные тенденции. Это, во-первых, стремление внедрить системный подход в проектирование знаков, который проявляется в логической упорядоченности и взаимной соподчиненности обозначений. Во-вторых, имеется тенденция повышения информативности знаков, насыщения их множеством сведений, что, конечно, ведет к усложнению каждого обозначения, к одновременному использованию нескольких графических переменных. В-третьих, все более явственным становится стремление улучшить читаемость знаков, сделать их четко различимыми на картах, легко воспринимаемыми читателями (или автоматическими читающими устройствами). Это требует упрощения формы отдельных знаков, индивидуализации их очертаний, применения ясных контрастных способов оформления.

ЭЛЕМЕНТЫ КАРТЫ

Всякая карта — это довольно сложная графическая система. Она состоит не только из самого картографического изображения, но и из легенды, нередко весьма обширной, дополнительных сведений, карт-врезок, текстов и т. п. (рис. 9). Все элементы карты функционально связаны между собой. Они подчинены единой задаче — дать целостное наглядное и высокоинформативное изображение. Но этого мало — оно должно быть максимально удобным для потребителя. Можно даже сказать сильнее: *карта должна привлекать внимание читателя, вызывать желание прочесть ее, будить творческую мысль исследователя.*

Любая тематическая карта создается на определенной математической основе, выбор которой, как уже говорилось, определяется назначением, тематикой карты, географическими особенностями картографируемой территории и свойствами самого изображаемого объекта. Элементами математической основы на карте являются сетка меридианов и параллелей, масштаб и геодезическая основа. К математической основе причисляют также компоновку,

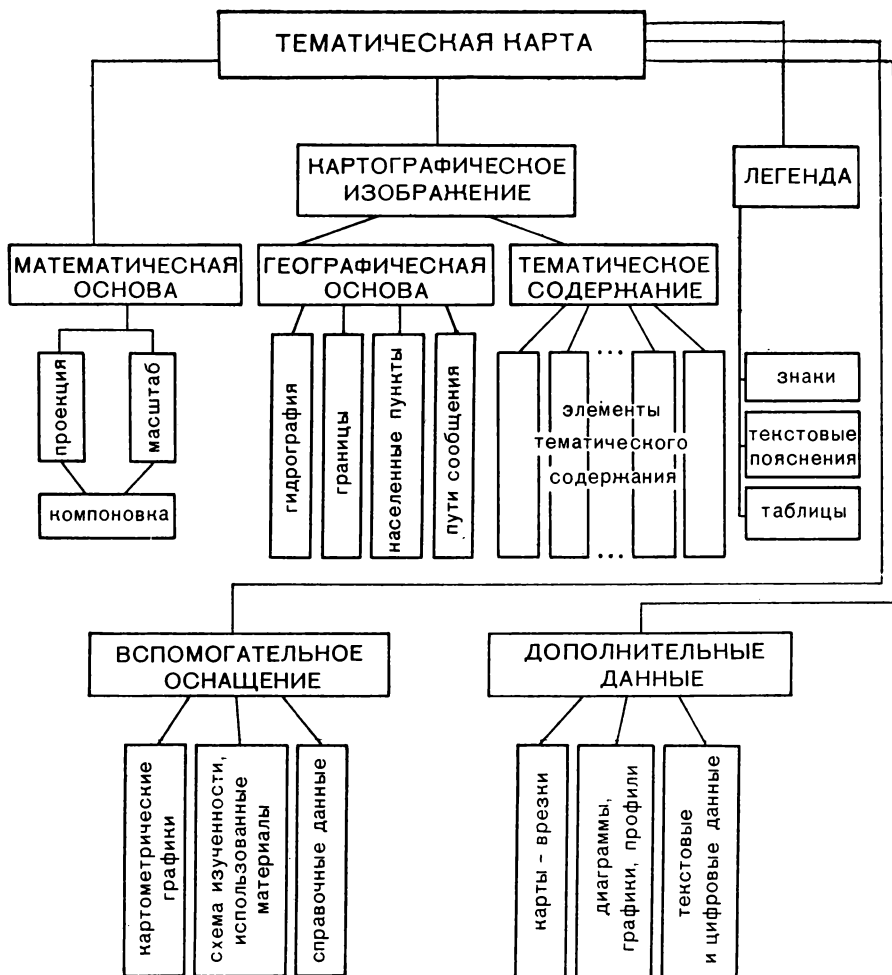


Рис. 9. Схема элементов тематической карты.

т. е. размещение картографируемой территории внутри рамки, расположение легенд, вспомогательного оснащения карты, диаграмм, карт-врезок и т. п.

Самая важная часть тематической карты — это, естественно, картографическое изображение, в котором можно различить две составляющие: географическую основу и тематическое содержание. Географическая основа — это совокупность географических элементов. Она служит для привязки и согласования тематического содержания. Обычно в качестве географической основы используют речную сеть, населенные пункты, пути сообщения, границы

административно-территориального деления, иногда рельеф. Но на разных тематических картах они даются с разной подробностью. Например, для карт природы административные границы имеют явно второстепенное значение, но для экономических карт они очень важны и должны быть показаны с максимальной полнотой. Географическая основа и относящиеся к ней надписи даются на тематической карте неяркими, неброскими графическими средствами, часто серыми красками, бледными приглушенными тонами, рельеф изображается легкой отмывкой. Географическая основа не должна «забывать» основное содержание. Присутствуя на карте, она как бы отводится на второй план, что соответствует ее служебной роли.

Основное внимание уделяется тематическому содержанию. Для его изображения применяют такие графические средства, как фоновые окраски, яркие знаки, контрастные системы изолиний. Элементы тематического содержания различаются не только в зависимости от тематики карты, но и от ее назначения и уровня генерализации. На карте может быть представлена одна тема, либо одновременно несколько взаимосвязанных и друг друга дополняющих тем, либо некий синтез взаимодействующих явлений.

Важнейший элемент всякой карты, в особенности тематической, — ее легенда, т. е. система использованных на карте условных обозначений и пояснений к ним. Легенда карты содержит разъяснение, истолкование знаков, их расшифровку. Кроме того, сама по себе легенда составляет логическую схему отображенного на карте явления. Последовательность обозначений, их внутреннее соподчинение, подбор расцветок, оттенков, штриховок, шрифтов, заголовков и подзаголовков в легенде — все это подчинено логике классификации, принятой для картографируемого явления. Часто легенды сложных карт строятся в табличной форме, где по вертикали дается одна характеристика, по горизонтали — другая, а в пересечении строк и столбцов таблицы представлены условные знаки, синтезирующие обе характеристики. От ясности и четкости организации легенды зависит научная достоверность карты, а качество ее оформления определяет читаемость изображения. Проектирование легенды — очень ответственный момент в создании тематической карты, требующий полного понимания существа картографируемого явления.

К элементам карты принадлежат также вспомогательное оснащение и дополнительные данные. Они необходимы прежде всего тому, кто пользуется картой для получения информации. Весьма целесообразно, например, помещать на тематической карте (и это часто делается) схемы изученности территории, обеспеченности ее картографическим и другим фактическим материалом в разных частях. Схема изученности содержит указания на источники, использованные при создании карты.

Карта нередко сопровождается врезками, диаграммами, которые несут дополнительные сведения, раскрывают какие-нибудь интересные аспекты в связи с основной темой. Небольшие по объе-

му пояснительные тексты на полях или на обороте карты характеризуют принципы ее составления, способы расчета картографируемых качественных показателей, принципы районирования территории и другие подобные данные.

На важность пояснительных текстов, сопровождающих карты, обращал внимание В. И. Ленин. В заметках по поводу пробного экземпляра географического «Атласа России» он отмечал: «Ко всем картам должен быть приложен (на обороте или вкладными страничками) небольшой объяснительный текст: государственные границы по договорам таким-то (тогда-то утвержденным и ратифицированным). Автономные области *тогда-то* утверждены. Население — губерний и главных городов по переписи VIII. 1920 г. *И т. п.*»¹. Ленинские указания сохраняют актуальность и для современных географических карт и атласов.

КАРТА — ОБРАЗНО-ЗНАКОВАЯ МОДЕЛЬ

В научной практике моделирование понимается довольно широко как создание и изучение некоего заместителя реального объекта. Этот заместитель, модель, находится в определенном соответствии с изучаемым объектом, а полученные с помощью модели выводы и заключения переносятся на реальный объект. В науках о Земле моделями служат различные карты, описания, теории, гипотезы, аэро- и космические снимки, таблицы, макеты, профили, диаграммы, математические и логические формулы, уравнения и символы, т. е. набор моделей весьма разнообразен.

Сами понятия «картографическое моделирование», «картографическая модель» вошли в картографию довольно естественно без особой перестройки привычной терминологии. Сейчас, говоря о картографическом моделировании, имеют в виду, с одной стороны, процесс создания карт, а с другой — их использование для целей научного исследования.

Одним из первых понятие «картографическое моделирование» употребил К. А. Салищев. Он писал: «... что такое картографическое изображение? Это образно-знаковые модели, воспроизводящие ту или иную часть действительности в схематизированной (генерализованной) и наглядной форме. Картографическому моделированию доступны не только внешние формы, но также сущность, внутреннее содержание явлений. И эти модели служат нам не только для реализации накопленных знаний (для передачи информации), но также — надо особо подчеркнуть этот факт — как средство приобретения новых знаний»².

Сегодня термин «картографическое моделирование» принадлежит в картографии к числу фундаментальных. Во-первых, он характеризует процессы картографирования и использования карт

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 52, с. 164.

² Салищев К. А. Задачи картографии и автоматизации. — Изв. высш. учеб. заведений. Геод. и аэрофотосъемка, вып. 4, 1967, с. 8.

с общенаучных методологических позиций, как способ научного познания окружающего мира. Во-вторых, применение в картографии принципов и правил моделирования позволяет включить карты в обширный класс моделей, расширить, дополнить картографические методы, сопоставить их с другими методами моделирования. А это весьма полезно для «стыковки» картографических моделей с моделями иного рода, прежде всего с математическими и аэрокосмическими. В-третьих, сам термин «моделирование» играет прогрессивную, стимулирующую роль в современной картографии, он удачно обозначает место этого способа исследования в общей структуре познания, дает представление о совокупности свойств карты как модели.

Итак, *под картографическим моделированием мы будем понимать создание, анализ и преобразование картографических произведений, рассматриваемых как модели реальных объектов и процессов с целью их использования для приобретения новых знаний об этих объектах и процессах.*

В определении сущности картографической модели нет полного единодушия. Одни картографы считают карту образно-знаковой моделью, подчеркивая, что главное отличие и преимущество ее по сравнению с другими моделями заключено в ее образности, способности дать целостное, наглядное, образное представление об объекте. Другие ученые называют карту «знаковой пространственно-подобной идеально-материальной моделью» (А. Ф. Асланикашвили), настаивая на том, что карта — это, с одной стороны, материальный объект, а с другой — воплощение идеального мысленного образа. Некоторые исследователи, отмечая образность и пространственное подобие карты, особо подчеркивают, что это — информационная модель, а иногда высказывают мнение, что карта — понятийная логическая модель.

Разные трактовки карты как модели имеют под собой объективные основания, поскольку она и в самом деле обладает многими замечательными свойствами, о которых мы более подробно скажем ниже. В современной картографии утверждается *представление о карте как пространственной, математически определенной и генерализованной образно-знаковой модели действительности.* Данное определение, не отличаясь по сути от общего определения карты, которое было приведено в начале главы, вносит в него «модельный» аспект. Подчеркнем также, что, будучи образом, карта есть субъективное отражение реальной действительности.

Используя общенаучные принципы и правила моделирования, картография, естественно, преломляет их сообразно своим возможностям и предмету познания. Пожалуй, наиболее универсален в моделировании принцип подобия или аналогии. Он означает, что между объектом A и его моделью M есть сходство в заданном отношении или в нескольких отношениях: $M = CA$, где C — некоторый критерий подобия. Применительно к карте в качестве такого критерия может, например, выступать масштаб.

Другой важнейший принцип моделирования — системность, т. е. рассмотрение объектов как целостного множества взаимодействующих компонентов со всеми их внутренними и внешними связями. Оба указанных принципа тесно увязываются между собой: требования отображения целостности и взаимодействия реализуются на основе подобия, а само подобие достигается соблюдением принципов системности¹. Картографическая модель строится также с учетом таких общеполитических категорий, как абстрагирование и конкретизация, анализ и синтез.

Значительное влияние оказывают и правила математического моделирования. К ним относятся формализация моделируемого объекта, его упрощение и приближение (аппроксимация), перевод в знаковую форму, алгоритмизация самого процесса моделирования. Очень важны правила, которые выработаны науками, пользующимися картами для моделирования своего объекта исследования. К ним относятся правила, принятые в геологическом, гидрологическом, экономическом и других видах моделирования. Они глубоко сказываются на внешнем облике и внутренней структуре картографической модели. Вся система моделирования, определяющая свойства карты, в схематическом виде представлена на рис. 10.

Для правильного понимания значения картографии в науках о Земле и обществе очень важно разобраться в свойствах картографических моделей, уяснить их место в научном исследовании и пути комплексирования с другими моделями.

Прежде всего отметим пространственно-временное подобие картографического изображения и его реального прообраза. Оно проявляется в трех аспектах: а) геометрическом подобии размеров и форм картографируемых объектов; б) временном подобии, т. е. в точном отражении на карте состояния и развития явления; в) подобии отношений, связей, соподчиненности объектов и явлений. Благодаря этим фундаментальным свойствам карты читатель получает представление о размерах, конфигурациях, пространственной структуре, динамике, взаимном расположении объектов. Аналогичным свойством обладают и другие модели: аэро- и космические снимки, планы, профили, но они лишены модели логические и аналитические.

Содержательное соответствие — другое важнейшее свойство картографической модели. Оно означает научно обоснованное изображение действительности, ее типичных особенностей с учетом происхождения, внутренней и внешней структуры объектов и явлений. Содержательное соответствие основывается на научной интерпретации явлений реального мира. Заботясь о придании картографическому изображению соответствия действительности, картограф стремится избежать формальных решений, широко использует свои знания о картографируемом объекте, профессиональные навыки и прошлый опыт.

¹ Более подробно системность картографии рассматривается в главе VI.

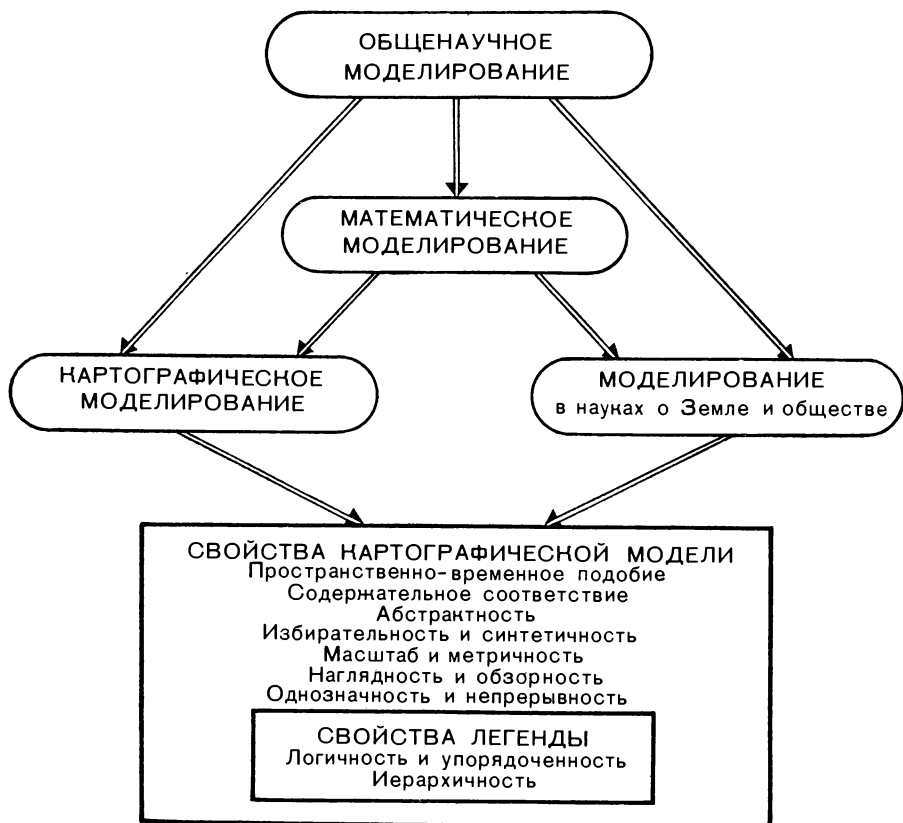


Рис. 10. Картографическое моделирование и свойства карты как модели действительности.

Абстрактность картографической модели — это свойство, возникающее прежде всего за счет генерализации изображения и использования условных знаков. Абстрактность есть следствие целенаправленного отбора, обобщения, идеализации объектов, исключения незначительных и малосущественных для данной карты деталей, акцентирования внимания на главных чертах и т. д. Абстрактность модели создает особые удобства для исследователя, работающего с картой. Он получает не просто систематизированные фактические данные, а целостный картографический образ, систему понятий, зафиксированных на самой карте и в ее легенде.

Избирательность состоит в том, что картографическая модель способна раздельно изображать те факторы, явления и процессы, которые в реальной действительности действуют совместно. Вообще говоря, любая карта показывает явление избирательно,

ибо не существует карт, характеризующих всю действительность в целом, но в наибольшей степени этим свойством обладают карты аналитические. С их помощью можно расчленить любые взаимосвязи, «разложить по полочкам» и подвергнуть анализу самые сложные явления.

Синтетичность картографической модели, напротив, обеспечивает целостный показ явлений и процессов, которые в реальной действительности проявляются изолированно. Картографический синтез связан с введением обобщающих понятий, показателей, с разработкой синтетических условных обозначений и легенд.

Избирательность и синтетичность в разной степени присущи многим географическим моделям: описаниям, схемам, профилям, уравнениям и т. п. Разница лишь в степени и четкости проявления этих свойств.

Метричность — наиболее явное свойство картографической модели, определяемое проекцией, масштабом, наличием шкал и градаций условных обозначений. Благодаря этому свойству по картам можно выполнять всевозможные измерения качественных и количественных показателей. При этом различают следующие виды качественных и количественных определений по картам: а) получение качественных характеристик; б) балльные оценки, которые носят промежуточный характер между качественными и количественными определениями (например, 3 балла — сильноподзолистые почвы; 2 — среднеподзолистые; 1 — слабоподзолистые и т. п.); количественные измерения, выполняемые в абсолютных или относительных единицах. Все картометрические определения координат, длин, площадей, объемов и т. п. принадлежат к этой категории.

Благодаря своим метрическим свойствам карты служат основой для создания математических моделей. Ближе всего к картам в этом отношении стоят снимки, графики и схемы, но они, как правило, двумерны.

Однозначность картографического изображения также вытекает из математического закона его построения. Любой точке карты с координатами X и Y соответствует лишь одно значение картографируемого показателя. Всякий знак, любая точка или линия на карте имеют лишь один зафиксированный в легенде смысл.

Непрерывность изображения заключается в том, что карта «не терпит пустоты», в этом отношении она отличается от многих других моделей. Математическое уравнение можно составить только по отдельным известным значениям, в описании или на схеме можно пропустить неизвестные места. Карта не оставляет такой возможности, для ее создания необходимо располагать данными по всей картографируемой территории.

Наглядность — это прямое следствие образного характера картографической модели. В своей деятельности, тем более в научном поиске, человек, по-видимому, никогда не сможет отказаться от наглядного образа, который дает возможность охватить явление во всей его целостности и сложности, со всеми закономерными

и случайными деталями. Многие психологические опыты подтверждают эффективность образного, наглядного восприятия действительности. Современные ЭВМ, в том числе и применяемые в картографии, снабжены специальными видеоэкранами, на которые по команде оператора выводится графическое изображение. Видя его, оператор имеет возможность вносить в него коррективы, уточнять программы. В данном случае наглядное графическое изображение служит посредником в «диалоге» человека и машины. С развитием автоматики роль наглядного образа не только не уменьшается, но даже возрастает.

Обзорность — по-видимому, самое специфическое свойство карты, позволяющее читателю охватить единым взглядом сколь угодно обширные пространства. Именно благодаря этому свойству карты в науках о Земле сделаны многие открытия регионального и планетарного масштаба. Ни одна из известных моделей не обладает этим свойством в такой степени, как карта. Даже снимки Земли из космоса уступают ей в этом отношении. Их обзорность меньше из-за присутствия множества посторонних и второстепенных деталей, т. е. из-за недостаточной избирательности изображения.

Логичность легенды — одно из необходимых условий при составлении карты. Легенда — это ключ к карте и ее логическая основа. Она не только поясняет условные знаки, но содержит таксономические подразделения разных рангов, показывает их соподчиненность и взаимосвязь, дает определение выделенных на карте таксономических единиц. Таким образом, пользуясь картой, читатель получает в свое распоряжение не только образно-знаковую, но и логическую модель картографируемого явления.

Перечисленные свойства карты как модели действительности тесно переплетены друг с другом и даже могут быть выведены одно из другого. Но для уяснения места и роли карты в научном познании особенно важно, что подобным набором свойств не обладает ни одна другая идеальная или материальная модель, используемая в науках о Земле.

При всех достоинствах картографических моделей у них есть и недостатки. Главный из них — формально-геометрический характер изображения, приводящий к тому, что явления, имеющие разную природу и происхождение, могут иметь на карте похожий облик. Опасность формалистического подхода скрыта во всяком моделировании, особенно в математическом. Единственный способ преодоления этого недостатка — сочетание разных моделей и географически достоверная интерпретация результатов, получаемых с их помощью.

Недостатки картографической модели можно видеть и в том, что она статична, плохо передает динамику явлений. Карта прекрасно отражает структуру, но она обладает меньшими возможностями при изображении процессов. Малоискушенному читателю может показаться, что объекты, их состояние, границы, показанные на карте, абсолютно незыблемы. Ему трудно представить, насколько

ко порой условны и подвижны эти контуры, как изменчивы и неопределенны они в реальной действительности, в особенности если речь идет об объектах, зрительно не наблюдаемых.

СЕРИИ КАРТ И АТЛАСЫ КАК МОДЕЛИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

До сих пор речь шла об отдельных картах, моделирующих те или иные стороны действительности с большей или меньшей полнотой. Но если обратиться к сериям взаимосвязанных карт и к комплексным атласам, то мы увидим модели иного, более высокого уровня.

Всегда, когда речь заходит об атласах, советские картографы с гордостью вспоминают, что создание первых атласов в социальстическом государстве связано с именем В. И. Ленина. Еще в 1920 г. он написал в Петроградский Совет специальное письмо, в котором говорилось о необходимости составить атлас, где были бы отражены новые границы административного деления Советской России, железные дороги, фронты гражданской войны. В. И. Ленин особо отметил, что атлас должен быть полным, подробным, удобным в работе, современным¹. В дальнейшем он требовал тщательного сбора сведений для атласа, включения в атлас дополнительных карт электрификации, культурного строительства и др.². Это были по существу важнейшие указания на необходимость обеспечения комплексности и взаимосвязи карт атласа.

Советская атласная картография занимает сейчас одно из ведущих мест в мире. Всемирно известны и получили самую высокую оценку международной научной общественности «Большой советский атлас мира» (1937), «Атлас мира» (1954, 1967), «Физико-географический атлас мира» (1964), «Атлас Антарктики» (1966), «Морской атлас» (1950—1959), «Атлас океанов» (1974—1980) и ряд других.

Говоря о комплексных атласах, необходимо подчеркнуть, что это не просто набор отдельных географических карт, а целостная их система, внутри которой карты связаны между собой и дополняют одна другую. Эта система проектируется, создается в соответствии с назначением атласа и особенностями его использования.

В сериях карт и в атласе моделируются географические системы, т. е. совокупности природных и социально-экономических объектов, отражаются их взаимные связи, взаимодействия, особенности функционирования. Хорошо известны, например, крупные серии тематических карт Нечерноземья, зоны БАМа. В атласах отдельные элементы природы, социальные и экономические характеристики общества представлены наборами аналитических карт. Они объединяются в тематических разделах и подразделах. При этом каждый раздел можно рассматривать как единую серию моделей со

¹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 51, с. 253.

² См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 52, с. 164.

своими принципами изображения, соподчинения и согласования. Единство каждого раздела (подраздела) обеспечивается благодаря увязке с основной, ключевой картой. Так, в разделе «Рельеф» все карты (геоморфологические, морфометрические, современных рельефообразующих процессов и др.) увязываются с гипсометрической картой, а в разделе «Население» — с картой расселения и т. д.

Взаимодействие элементов природы и общества между собой и друг с другом получает отражение на комплексных и синтетических картах, таких, например, как инженерно-географические, геолого-экономические, или, скажем, картах распределения населения по отраслям народного хозяйства.

Синтез различных элементов показывается на синтетических картах атласа, таких, как карта типов ландшафтов, где синтезируются особенности геологического строения территории, ее рельефа, почвенно-растительного покрова. Примером синтетической карты, интегрирующей множество взаимосвязанных показателей, могут служить карты оценки природных условий для жизни населения, оценки территории для сельскохозяйственного освоения и другие оценочные карты. Чаще всего они находятся на стыке разных разделов атласа.

Динамика процессов, происходящих в природе и экономике, передается сериями разновременных карт. Таковы карты климатических и гидрологических показателей для каждого месяца, карты, отражающие рост посевных площадей или развитие транспортной сети в разные пятилетки, карты прироста или сокращения населения и др. В атласы широко включают и специальные карты динамики, например неотектонических поднятий, миграции животных, фенологических явлений (прилет птиц, цветение и плодоношение фруктовых деревьев) и т. п.

Вероятные тенденции развития природных и социально-экономических явлений представлены в атласах на прогнозных картах.

Можно, таким образом, считать, что в комплексном атласе моделируется целая система природных и общественных объектов и явлений. Причем важно подчеркнуть, что информация о них дается читателям в систематизированном, формализованном и единообразном виде. Все картографические модели согласованы, увязаны между собой, подчинены единому замыслу. Более того, на основе карт, имеющихся в атласе, можно строить всевозможные дополнительные, производные модели, позволяющие глубже заглянуть в сущность явлений, понять их перекрестные связи, степень и уровень взаимодействия. Так, сопоставив несколько карт атласа, можно изучить взаимосвязи явлений и даже составить особые карты, на которых получают отражение сильные и слабые связи между явлениями, будут указаны территории с прямыми и косвенными связями, — все это очень важно для географического анализа. Таким образом, комплексный атлас — это сложная картографическая модель, отражающая главные свойства сложных природных и социально-экономических явлений и процессов.

Глава III. ТИПЫ И ВИДЫ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Есть карты мира, карты звезд, планет.
Познание идет путем побед...

Дж. Байрон

КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТ

Для того чтобы ориентироваться в потоке географических карт и атласов, необходимо их классифицировать. Это сложная задача, потому что картографические произведения, как мы видели, обладают множеством характеристик.

Пожалуй, наиболее сложно классифицировать карты по тематике, ибо все или почти все можно картографировать. Это так же трудно, как классифицировать сами объекты и явления природы и общества. Действительно, рельеф и растительность, промышленность и сельское хозяйство, количество фосфора в воде океана, заболеваемость населения гриппом, походы Александра Македонского, развитие революционного движения в Европе, число избирателей, голосующих за лейбористов в Великобритании, количество преступлений на тысячу жителей в США — трудно назвать какое-либо явление в окружающем нас мире, которое нельзя бы было изобразить на карте.

Необходимо, чтобы классификации картографических произведений отвечали ряду условий: они должны создаваться по какому-либо определенному признаку (основанию классификации), быть последовательными, т. е. постепенно подразделять обширные группы карт на более мелкие, быть полными, т. е. охватывать все множество классифицируемых объектов, и наконец, непротиворечивыми. Выполнение этих условий необходимо не только для полной инвентаризации картографических произведений, их упорядочения, каталогизации и хранения в картографических фондах, но — и это особенно важно — хорошая классификация необходима для быстрого отыскания нужной карты, атласа или иного произведения.

Начнем с классификации карт по тематике. Здесь прежде всего различают две большие группы карт: общегеографические и тематические. Общегеографические карты, особенно карты крупных и средних масштабов, правильнее было бы называть топографическими. Они с одинаковой подробностью отображают все основные элементы местности: рельеф, гидрографию, почвенно-растительный покров, населенные пункты, хозяйственные объекты, пути сообщения, линии коммуникаций, границы и т. п. Общегеографические карты подразделяют на топографические

(в масштабе 1 : 100 000 и крупнее), обзорно-топографические (1 : 100 000—1 : 1 000 000) и обзорные (мельче 1 : 1 000 000).

Вторую большую группу составляют карты тематические — показывающие размещение, взаимосвязи и динамику различных явлений природы, населения, экономики и культуры. Тематические карты могут быть специально посвящены одному из элементов, изображаемому на общегеографической карте, например темой карты может быть только гидрография. Но еще чаще на тематической карте отображены элементы, не показываемые на общегеографической карте, скажем, средние годовые температуры воздуха или энерговооруженность сельского хозяйства.

Тематические карты далее подразделяют на две основные группы: карты природных явлений и карты общественных явлений. Карты природных явлений охватывают все компоненты природной среды и их комбинации: геологическое и геофизическое строение территории или акватории, рельеф, климат и погоду, воды, почвы, растительный и животный мир, медико-географическое состояние, ландшафты и физико-географические работы. Приведем примерную классификацию тематических карт природных явлений:

карты геологические:

литолого-стратиграфические,
четвертичных отложений,
тектонические и неотектонические,
гидрогеологические,
геохимические,
полезных ископаемых,
сейсмичности и вулканизма,
инженерно-геологические,
охраны геологической среды;

карты геофизические:

гравиметрические,
магнитометрические,
сейсмометрические,
электрометрические,
теплового потока,
физических параметров;

карты рельефа земной поверхности и дна океанов:

гипсометрические и батиметрические,
морфометрические и морфографические,
геоморфологические (общие и отдельных процессов),
инженерно-геоморфологические;

карты метеорологических и климатических:

климатообразующих факторов,
термического режима,
барического режима,
условий увлажнения,
ветрового режима,
атмосферных явлений,

атмосферных процессов и элементов погоды,
климатического районирования;
карты океанографические (вод морей и океанов):
физических свойств и динамики вод,
гидрохимии вод,
флоры и фауны морей и океанов,
океанографического районирования;
карты гидрологические (вод суши):
гидрографические,
водного режима,
ледового режима и отдельных гидрологических явлений,
физико-химических характеристик вод,
гидрологического районирования;
карты почвенные:
генетических типов почв,
физико-математических свойств почв,
почвенно-геохимические,
агропроизводственной группировки почв,
почвенно-мелиоративные,
почвенного районирования;
карты ботанические:
современного растительного покрова,
восстановленного растительного покрова,
отдельных видов растений и растительных ассоциаций,
фенологические,
продуктивности растений,
геоботанического районирования;
карты зоогеографические:
отдельных видов животных,
комплексов животных,
зоогеографического районирования;
карты медико-географические:
нозоареалов (ареалов болезней),
медико-географического районирования,
оздоровления территорий;
общие физико-географические карты:
ландшафтные;
физико-географического районирования,
охраны природы.

Карты общественных явлений охватывают следующие темы: население, экономика и хозяйство, наука, образование и культура, обслуживание и здравоохранение, политика и административное деление территории, история развития общества и культура. Эта группа карт чрезвычайно обширна и разнообразна по тематике, она постоянно расширяется за счет все новых и новых тем, характеризующих современное общество со всеми его прогрессивными сторонами и негативными аспектами развития. Примерная классификация карт общественных явлений выглядит следующим образом:

карты населения:

размещения населения и расселение,
этнографические и антропологические,
естественного движения населения,
миграции,
трудовых ресурсов,
социальной структуры населения;

карты экономические:

промышленности (в целом и по отдельным видам),
сельского хозяйства,
лесного хозяйства,
промыслового хозяйства и рыболовства,
энергетики,
транспорта и связи,
торговли и финансов,
агропромышленных комплексов,
общеэкономические и экономического районирования;

карты науки и культуры:

образования,
науки,
культуры;

карты обслуживания и здравоохранения:

отдельных форм и видов обслуживания,
здравоохранения,
физкультуры и спорта, отдыха и туризма;

карты политические и политико-административные:

политического деления,
административного деления,
политических организаций и партий,
религиозно-политических группировок;

карты исторические:

общественно-исторических формаций,
археологические,
историко-экономические,
историко-политические,
историко-революционные,
военно-исторические,
историко-культурные.

Вряд ли приведенные классификации охватывают все группы тематических карт. Наверняка, найдутся темы, не учтенные этим перечнем. Но все же он свидетельствует о многообразии сюжетов картографирования, причем каждая строчка перечня включает десятки карт разных названий, например название «карты термического режима» объединяет карты температур воздуха на уровне моря, верхних слоев атмосферы, почв, вод океана, карты суточных, месячных, сезонных, годовых, многолетних температур и т. д.

И уж совсем трудно классифицировать многочисленные группы карт «пограничной» тематики. С развитием взаимодействия природы и общества, с расширением влияния человека на окру-

жающую среду все больше внимания уделяется картографированию такого взаимодействия и взаимопроникновения. В современной картографии удельный вес карт, стоящих на стыке разной тематики, неуклонно возрастает. В качестве наиболее ярких примеров назовем карты экономической оценки природных ресурсов, агроклиматические и агропроизводственные, агропромышленных комплексов, карты медико-географической оценки территории с точки зрения условий жизни населения. Строго говоря, названные в приведенной выше классификации инженерно-геологические и инженерно-геоморфологические карты или карты историко-политические и историко-экономические также принадлежат к «межнаучным» картам. Междисциплинарные исследования — характернейшая черта развития современной науки, и тематическая картография чутко улавливает эту тенденцию, разрабатывая все новые и новые пограничные разделы.

Следующая по важности — **классификация карт по масштабу**. Она сравнительно проста и может быть представлена следующим образом:

планы	1:5000 и крупнее
крупномасштабные карты	1:10 000 — 1:200 000
среднемасштабные карты	1:200 000 — 1:1 000 000
мелкомасштабные карты	мельче 1:1 000 000.

При всей своей определенности такое подразделение не общепринято. В разных странах существуют иные деления, что связано с размерами самой страны или с существующими в ней традициями.

Деление карт по масштабу существенно для определения детальности, подробности, точности карт. Например, на карте в масштабе 1:10 000 1 см² карты соответствует 1 га на местности, а на карте 1:1 000 000 — 10 000 га. Но еще более важно, что на картах разных масштабов получают отражение объекты разного порядка. Так, на крупномасштабных геологических картах изображаются геологические свиты, подсвиты и горизонты, на среднемасштабных — серии, ярусы и части отделов систем, а на мелкомасштабных — части отделов и отделы. Аналогично на крупномасштабных геоботанических картах можно подробно показать виды растительности и фитоценозов, на среднемасштабных приходится переходить к растительным ассоциациям и группам ассоциаций, а на мелкомасштабных изображаются преимущественно крупные формации, классы формаций и типы растительности. Таким образом, масштаб карты определяет не только ее подробность и точность, но и особенности содержания.

Еще одна классификация делит карты по территориальному, или, правильнее сказать, по **пространственному, охвату**. Здесь в качестве наиболее крупного подразделения можно выделить карты Солнечной системы и звездного неба, затем карты, дающие изображение какой-либо одной планеты. Затем — карты материков и океанов (для Земли) или карты крупнейших планетарных структур для других планет, а далее возможны два варианта

классификации: по административно-территориальному делению или по экономическим или природным районам. Вот один из вариантов классификации карт по пространственному охвату:

карты Солнечной системы,

карты планеты (Земли),

карты полушарий,

карты материков и океанов,

карты стран,

карты республик, краев, областей и административных районов,

карты промышленных и сельскохозяйственных районов,

карты отдельных территорий (заповедников, туристских районов и др.),

карты городов,

карты городских районов и т. д.

Карты океанов можно делить далее на карты морей, заливов, проливов, гаваней.

Кроме этой классификации, используют иные подразделения, скажем, выделяют группу карт экономических районов, охватывающих несколько административных единиц (например, карты Северо-Западного экономического района), или карты крупных регионов, таких, как европейская часть СССР, Средняя Азия, Дальний Восток. Классификациями карт по пространственному охвату чаще всего пользуются в библиотеках и картохранилищах.

В практическом смысле очень существенна **классификация карт по назначению**. Но назначение карт так же разнообразно, как разнообразны сферы человеческой деятельности, и поэтому затруднительно исчерпывающе перечислить все линии применения карт. Дело осложняется еще и тем, что многие карты ориентированы на многоцелевое назначение: они одновременно служат для научных изысканий, проектных расчетов, путешествий, военного дела. Пример — топографические карты. И все же следует выделить несколько групп карт, в которых наиболее четко проявлены особенности их назначения. Это прежде всего **научно-справочные карты** — те, что предназначены для выполнения по ним научных исследований и получения максимально подробной (для данного масштаба), достоверной, научно обработанной информации. Другую группу составляют карты культурно-просветительные, предназначенные для широкого круга читателей. Они дают упрощенную, если можно так сказать, «облегченную» картографическую трактовку явлений природы и общества для лиц, малоискушенных в географии и картографии. К этим картам принадлежат, например, карты агитационно-пропагандистские, цель которых — распространение среди широких масс идей, разъяснение международной политической ситуации, внутренней хозяйственной политики, планов экономического развития. Такие карты обычно имеют яркое, простое, доходчивое оформление, они дополняются диаграммами, рисунками, элементами плаката.

Особую группу образуют карты технические, основное содержание которых составляет изображение объектов и условий,

обеспечивающих решение какой-либо технической задачи. В эту группу включают космические навигационные, аэро-, морские навигационные карты, лоцманские карты для плавания по рекам и озерам, автодорожные карты, а также некоторые виды инженерных карт (например, маркшейдерские). Как правило, такие карты создают на общегеографической основе, но в их содержание включают необходимые технические элементы. Так, на полетных картах особо выделяют визуальные и радиолокационные ориентиры, формы рельефа, вершины и выдающиеся объекты, опасные для полета, наносят линии радиопеленгов и т. п. Математическая основа таких карт удобна для решения специальных навигационных задач, например для прокладки маршрутов.

К числу специальных карт относятся и учебные карты, т. е. карты, используемые в качестве наглядных пособий или материалов для самостоятельной работы при изучении географии, геологии, истории и других дисциплин. Среди них выделяют учебные карты для начальной, средней и высшей школы. По способу использования различают стенные, настольные, контурные учебные карты. Создавая их, применяют проекции, масштабы, способы изображения, учитывающие уровень подготовки учащихся и характер использования в учебном процессе. Например, на картах, применяемых в начальной школе, дают простые наглядные условные знаки, часто в виде рисунков, стараются выбрать такие картографические проекции, которые подчеркивают шарообразность Земли, а карты для высшей школы по содержанию и форме подачи материала приближаются к научно-справочным, не теряя при этом своих демонстрационных свойств.

Особую группу составляют карты туристские, предназначенные для нужд туристов и отдыхающих. В соответствии с назначением в содержание таких карт включают объекты, представляющие интерес для туристов (архитектурные и исторические памятники, заповедники и парки, музеи и т. п.), объекты обслуживания туристов (гостиницы, турбазы, кемпинги). Туристские карты отличаются красочным оформлением, сопровождаются подробными указателями и справочными сведениями. Они могут изображать обширные районы, интересные с точки зрения туризма и отдыха (например, курортное побережье Крыма), национальные парки, города, отдельные пешеходные, лыжные, автомобильные маршруты. К этой же группе примыкают карты для спортивного ориентирования, специально приспособленные для проведения соревнований по этому увлекательному виду спорта.

Можно назвать и другие группы карт, достаточно четко выделяющиеся по своему назначению, например военные, маркшейдерские карты, карты для слепых и т. д.

Особый вид карт — рельефные карты, дающие трехмерное объемное изображение земной поверхности. Вертикальный масштаб рельефных карт всегда преувеличен относительно горизонтального в 2—5 раз для горных и в 5—10 раз для равнинных территорий. Эти карты применяют в обучении, используют в де-

монстрационных целях и для решения некоторых практических задач, например выбора трасс дорог, проектирования гидротехнических сооружений.

По своему назначению к рельефным близки анаглифические карты, которые тоже используются как объемные модели в качестве учебного пособия. Эти карты печатают двумя взаимно дополняющими цветами, обычно сине-зеленым и красным. Если рассматривать такое изображение через анаглифические очки-светофильтры, в которых одно стекло красное, а другое сине-зеленое, то получится объемное стереоскопическое изображение.

Сравнительно новым видом карт являются ортофотокарты. Это отпечатки с фотопланов, на которые нанесены горизонтали, условные обозначения, надписи. Для создания ортофотокарт теперь используют не только аэро-, но и космические снимки. Благодаря детальности фотоизображения такие карты служат хорошей основой для тематического картографирования, инженерных и проектно-изыскательских работ.

Типы карт. Кроме деления карт по видам, о чем рассказано выше, они различаются еще и по типам. Например, карты размещения черной металлургии, промышленности и экономического районирования территории принадлежат к группе экономических карт, могут иметь одинаковый масштаб и охватывать одну и ту же территорию, но при этом принадлежать к разным типам, отличаясь одна от другой шириной охвата темы, степенью обобщения картографируемых явлений. Для географа, использующего карты в научной и практической деятельности, знание типа карты не менее существенно, чем знание ее масштаба и пространственного охвата.

В современной картографии принято выделять три основных типа карт: аналитические, комплексные и синтетические карты.

Аналитическими называют карты, дающие изображение отдельных явлений (или даже отдельных свойств и показателей явлений) вне связи с другими явлениями (показателями). Примером может служить карта углов наклона рельефа, где представлен только один показатель — крутизна склонов. На другой аналитической карте можно показать глубину расчленения рельефа, на третьей — его экспозицию, на четвертой — густоту овражно-балочной сети, но каждая карта в отдельности не дает целостного представления о рельефе местности, а лишь о каком-то одном его аспекте. Точно так же карты температуры воздуха, осадков, ветров, давления являются аналитическими климатическими картами, изображающими отдельные элементы климата, но не дающими о нем целостного представления.

На рис. 11 приведена аналитическая карта, характеризующая сельскохозяйственное использование земель Новосибирской области только с одной точки зрения — в отношении их распаханности.

Комплексные карты совмещают изображение нескольких элементов близкой тематики, набор характеристик (показателей) одного явления. Например, на одной карте можно дать изотермы и изогипсы, показав одновременно термический режим и увлаж-

нение территории. На карте сельского хозяйства можно показать одновременно распаханность территории и урожайность пшеницы или объем заготовки кормов по районам и поголовье крупного рогатого скота. На рис. 12 показана комплексная карта, на которой изображение внутригодичного распределения речного стока и водоносности рек совмещено с характеристикой потенциальных энергетических ресурсов. Такое совмещение двух или трех-четырёх тем на одной карте позволяет читателю рассматривать их в комплексе, проводить визуальное сопоставление явлений, устанавливать закономерности размещения одного показателя относительно другого. В этом большое достоинство комплексных карт. Однако возникают и определенные сложности. Дело в том, что на одной карте сложно совместить изображение нескольких явлений так, чтобы они достаточно хорошо читались. Известно, что на карте можно дать две системы изолиний (одну систему, например изогипсы, дополнить послышной окраской, а другую, например изотермы, показать яркими цветными линиями), но три системы изолиний уже не читаются. Можно совместить две картограммы (скажем, одно явление показать цветом, а другое — штриховкой), дополнить карту значками, линиями движения, знаками ареалов и т. п., но при большом числе картографируемых показателей комплексная карта становится перегруженной и теряет читаемость. Эффективность совмещения изображений разных явлений на комплексных картах ограничивается возможностями графических средств.

Синтетические карты отражают одно или целую совокупность взаимосвязанных явлений (процессов) как единое целое. На них читатель не найдет характеристики отдельных компонентов изображаемого явления, но зато получит о нем общее интегральное представление. Например, геоморфологическая карта даст представление о типах рельефа, однако при этом она «умалчивает» о крутизне и экспозиции склонов, о расчленении территории. Точно так же синтетическая карта типов климата характеризует его в целом, но было бы бесполезно искать на ней конкретные данные о температурах, осадках, скоростях ветра и т. п. Типичные примеры синтетических карт — карты районирования (климатического, геоботанического, сельскохозяйственного и т. п.). Примером может служить синтетическая карта зон специализации сельского хозяйства юга Азербайджанской ССР (рис. 13).

К синтетическим принадлежат и те карты, на которых даются обобщенные представления о совокупном воздействии нескольких разнородных факторов. Например, при инженерно-геологической оценке территории для каких-либо конкретных видов строительства нужно одновременно учесть характер рельефа, особенности геологического строения, литологию поверхностных отложений, интенсивность неотектонических процессов, сейсмичность территории, гидрологический и гидрогеологический режимы, наличие карстовых или термокарстовых процессов и некоторые другие факторы. Показ всех этих явлений на отдельных аналитических картах не позволит исследователю судить о степени благоприят-

ности того или иного участка территории для инженерных работ. Во-первых, потому что факторов слишком много и трудно охватить их единым взглядом, а во-вторых, потому что влияние этих факторов может быть противоречивым. Допустим, с точки зрения геологического строения условия строительства удовлетворительны, а в отношении новейших тектонических движений и сейсмичности территория крайне неблагоприятна, к тому же оказывается, что гидрологический режим создает дополнительные препятствия при строительстве. Как оценить эти факторы в целом, в совокупности? Ведь иногда их число превосходит один или два десятка.

В таких случаях обращаются к созданию синтетических карт, а для получения синтетических характеристик используют специальный математический аппарат факторного анализа. Сущность его состоит в том, что каждый фактор входит в итоговую синтетическую оценку с определенным весом в зависимости от его важности и силы влияния. На синтетической карте читатель увидит интегральные оценки, однако он не будет знать, как такая оценка сложилась, какие конкретные факторы и с каким весом вошли в нее.

В этом факте заключены многие привлекательные стороны и определенные недостатки синтетических карт. С одной стороны, удобно получить по одной карте общее представление о почвах или об инженерно-геологических условиях территории, не обращаясь к трудоемкому рассмотрению, сопоставлению и анализу серий поэлементных карт. Но, с другой стороны, читатель, потребитель вынужден пользоваться готовыми выводами создателя синтетической карты. Он не имеет возможности проверить методику его расчетов, точность умозаключений, обоснованность выводов. Именно поэтому синтетические карты, являющиеся в значительной степени картами-выводами, не следует использовать в

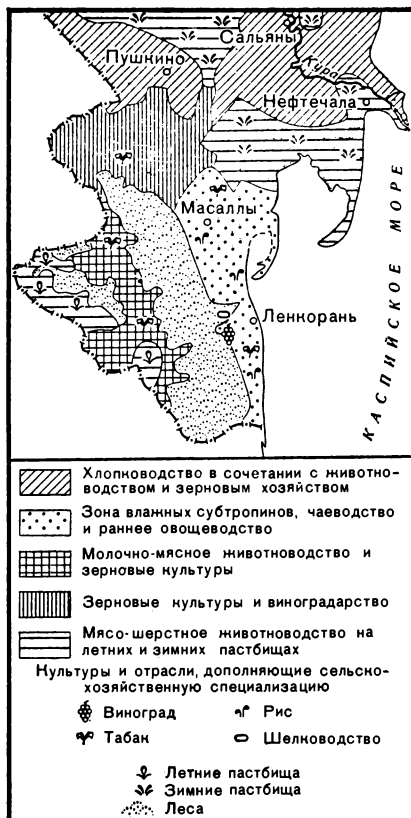


Рис. 13. Синтетическая карта. Зоны специализации сельского хозяйства юга Азербайджанской ССР (Атлас Азербайджанской ССР, 1963, фрагмент).

отрыве от карт аналитических и комплексных. Они не могут подменять их. Исследователь, пользующийся картами, должен быть обеспечен готовыми выводами и синтетической оценкой, но должен также иметь возможность самостоятельно проверить или даже повторить этот вывод на основе фактических данных, отображаемых на сериях аналитических карт.

Следует иметь в виду, что синтетические карты обладают разной степенью синтеза. Вернемся к примеру с картами рельефа. Геоморфологическая карта является синтетической по отношению к картам углов наклона или расчленения рельефа, но в то же время она может рассматриваться как аналитическая по отношению к карте природного районирования территории. В самом деле, геоморфологическая карта отражает лишь один элемент природы — строение рельефа — и стоит поэтому в ряду таких карт, как почвенная, геоботаническая, гидрологическая и др. Синтез осуществляется в карте природного районирования, но можно продолжить эту цепочку, представив карты природного районирования, медико-географического районирования, промышленного развития как элементные по отношению к «еще более синтетической» карте районирования территории по условиям жизни населения.

Очевидно, речь идет о разных степенях синтеза. То, что на одной ступени выступает как синтетическое изображение, на следующем, более высоком уровне становится аналитическим «элементным» изображением. Такова диалектика понятий анализ — синтез. Строго говоря, даже в таких, казалось бы, бесспорно аналитических картах, как карты температур, присутствуют элементы синтеза. Ведь изотермы отображают не фактическое, наблюдаемое в данный момент распределение температур, а средние температуры месяца, сезона, полугодия, года. Значит, уже осуществлено осреднение, обобщение картографируемого показателя. Значит, на карте представлена некая интегральная характеристика температуры. Подобные примеры можно привести из любой области тематического картографирования: на почвенной карте отображают типы почв, интегрирующие почвенные виды, подвиды и разновидности, на картах растительности ассоциации объединяют различные фитоценозы, на ландшафтных картах за обозначением того или иного ландшафта «скрываются» разные ландшафтные урочища и фации, которые можно было бы показать в более крупном масштабе. Одним словом, с уменьшением масштаба, с переходом от картографирования отдельных объектов к изображению собирательных понятий всегда возрастает степень синтеза. Иначе говоря, *уровень синтетичности находится в определенной зависимости от степени генерализации картографического изображения.*

В современной картографии ведется постоянная разработка новых типов карт. Это связано со стремлением как можно более полно отразить состояние природных и социально-экономических ресурсов, дать их разностороннюю оценку, предвидеть перспективы развития районов, областей, страны в целом, составить реко-

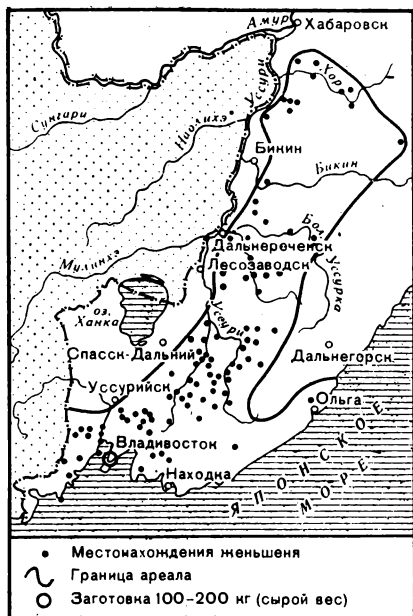


Рис. 14. Инвентаризационная карта. Распространение женьшеня в Приморском крае (Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР, 1967).

мендации по осуществлению мероприятий, направленных на развитие производительных сил, разработку и охрану природных ресурсов. Одним словом, речь идет о картографическом обеспечении решения важнейших народнохозяйственных проблем. По мере того как картография решает эти проблемы, возникают новые типы карт, некоторые из которых образуют довольно обширные и разнообразные группы.

Прежде всего отметим карты инвентаризационные, т. е. карты, подробно регистрирующие наличие, местоположение и состояние каких-либо объектов или явлений. Инвентаризационные карты как бы содержат опись естественных богатств, людских и производственных ресурсов. Примерами могут служить карты ареалов лекарственных растений (рис. 14), трудоспособного населения, размещения

пастбищ и пахотных земель и т. п. Особенность инвентаризационных карт в том, что они составляются в соответствии с классификациями и показателями, принятыми в соответствующей отрасли народного хозяйства. При этом инвентаризационные карты не отражают связей или взаимодействия явлений, они лишь дают фактический материал для создания других карт более высокого уровня синтеза.

На основе инвентаризационных создают оценочные карты — особые карты прикладного характера, дающие целенаправленную оценку природных условий и ресурсов с точки зрения их использования для жизни и деятельности людей, для решения разных народнохозяйственных задач. Оценочные карты характеризуют эффективность использования ресурсов и обычно содержат элементы прогнозной оценки последствий этого использования. Существует несколько вариантов оценочных карт. Инженерно-географические и инженерно-геологические карты дают производственную оценку природных условий для строительного освоения территорий, обоснования городских планировок, проектирования транспортных путей и коммуникаций. Таковы, например, карты оценки условий дорожного строительства (рис. 15), карты оценки последствий эксплуатации нефтяных



ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ











	Относительно простые - при строительстве дорог не требуется дополнительных затрат		Очень сложные - при строительстве дорог необходим очень большой объем земляных работ, учитывающий
	Осложненные - при строительстве дорог затраты возрастают от повышенного объема земляных работ		- сжатие торфа под нагрузкой
	Сложные - при строительстве дорог необходимы большой объем земляных работ и		- сжатие торфа под нагрузкой, просадки при протаивании и мерзлотное пучение
	- сохранение растительного покрова и многолетней мерзлоты		
	- сохранение растительного покрова и искусственное промораживание грунта		
	- сооружение высоких насыпей, борьба с переувлажнением и размывами		
	- значительное количество выемок, насыпей, водопропускных сооружений, защита от лавинной опасности		

Рис. 15. Оценочная карта. Фрагмент карты оценки природных условий для строительства (из кн.: Комплексные региональные атласы. Изд-во Моск. ун-та, 1976).

и газовых месторождений в шельфовой зоне и т. п. Агрогеографические оценочные карты содержат производственную и экологическую оценку условий сельскохозяйственного освоения и мелиорации земель. Это карты оценки плодородия земель, карты нуждаемости почв в удобрениях, карты оценки территории для создания ирригационных систем и др. Карты оценки условий жизни населения характеризуют местность с точки зрения производственной деятельности, здоровья, труда и отдыха людей. К ним относятся, например, карты оценки медико-географического состояния территории, карты условий для развития организованного и неорганизованного отдыха и туризма и др. Круг тем, показываемых на оценочных картах, поистине необъятен. Он охватывает многие направления взаимодействия человека с природой. При этом существуют оценочные карты, характеризующие отдельные компоненты среды (скажем, только рельеф для целей дорожного строительства или только почвы для земледелия), и общие оценочные карты, дающие представление о всей среде в целом (например, карты оценки природных условий для жизни населения).

К оценочным непосредственно примыкают и тесно связаны с ними индикационные и прогнозные карты. Индикационные карты предназначены для предсказания неизвестных или недоступных для изучения явлений на основе знания других, хорошо известных. Создание индикационных карт опирается на представление о тесной взаимосвязи явлений-индикаторов с прогнозируемыми (индицируемыми) явлениями. Так, индикационные карты растительности широко применяются для обнаружения тектонических разломов, поскольку над зонами разломов возникают особые условия циркуляции грунтовых вод, а это незамедлительно сказывается на видовом составе растительности. Некоторые виды растений служат индикаторами полезных ископаемых (особенно рудных месторождений, соляных залежей), отдельные ареалы животных индицируют распространение тех или иных болезней, поэтому индикационные геоботанические карты используют для разведки полезных ископаемых, а индикационные зоогеографические карты — для выявления потенциальных ареалов распространения болезней.

Содержание прогнозных карт составляет предвидение явлений, процессов и их результатов, которые еще не существуют или неизвестны в настоящее время. Прогнозные карты могут изображать прогнозы во времени (например, синоптическую ситуацию на завтрашний день) или в пространстве (прогноз нефтегазоносности территории). Часто, говоря о прогнозе, имеют в виду предсказания будущего, но это не совсем точно. Можно прогнозировать и настоящее, хотя и неизвестное состояние явления. Таковы, например, все геологические прогнозы (рис. 16). Создавая карту прогноза залежей нефти и газа, размещения рудных месторождений или золотоносных россыпей, картограф не имеет в виду, что эти полезные ископаемые появятся в будущем. Напротив, у него

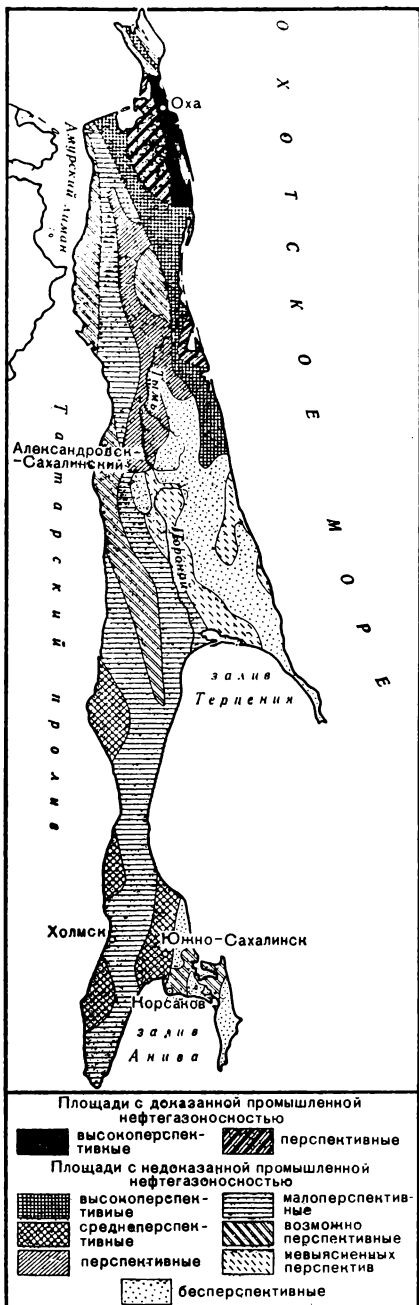


Рис. 16. Прогнозная карта. Прогноз нефтегазоносности острова Сахалин (Атлас Сахалинской области, 1967).

есть основания полагать, что они давно существуют на картографируемой территории. Об этом можно судить, например, по косвенным признакам (допустим, по нефтяным пятнам в озерах) или по аналогии с другими районами, где в таких же условиях месторождения уже открыты. Хорошо известными примерами карт, дающих прогноз в пространстве, служат карты прогноза нефтеносности Западной Сибири или алмазносности Якутии.

В географии особенно распространены комплексные пространственно-временные прогнозы, характеризующие будущие изменения в пространстве и во времени, например карты прогноза изменений природной среды под влиянием техногенных факторов.

Прогнозные карты различаются по охвату территорий (карты глобальных, региональных, местных прогнозов), по тематике (карты прогноза природных и трудовых ресурсов, полезных ископаемых, вредных и опасных природных явлений, социально-экономического развития территории, взаимодействия в системе человек — среда и др.), по достоверности (карты предварительных, вероятных, весьма вероятных прогнозов), по заблаговременности (карты оперативных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов). Понятие заблаговременности — одно из основных для прогнозных карт. Однако в разных отраслях тематического картографирования временные интервалы заблаговременности определяют по-разному. Все зависит от ха-

рактера самого явления. Если речь идет о картах погоды, то прогноз на полугодие вперед можно считать весьма долгосрочным, а прогноз на сутки — краткосрочным; если предсказывается размыв берегов водохранилища, то карты долгосрочных прогнозов должны отражать ситуацию, которая сложится через 20—50 лет; если составлять карты геологических прогнозов или карты смены климатических ритмов, то долгосрочные прогнозы следует давать на тысячелетия вперед.

Вслед за оценочными и прогнозными появляется еще один новый тип карт — рекомендательные карты, где изображают указания, рекомендации и конкретные мероприятия, которые следует провести на данной территории для достижения какой-либо практической цели. Примером карт этого типа являются карты рекомендаций по оздоровлению территорий, карты предлагаемых противозооционных мероприятий, карты мероприятий по охране водоемов от загрязнения, карты мелиорации (рис. 17) и т. п. Они имеют совершенно определенную практическую направленность в связи с рациональной эксплуатацией природных ресурсов, освоением новых земель, строительством, добычей полезных ископаемых. Главные потребители таких карт — производственные учреждения и планирующие организации.

Особые группы тематических карт составляют карты динамики и карты взаимосвязей. На картах динамики отражается движение, развитие какого-либо явления или процесса во времени либо его перемещение в пространстве. Таковы карты миграции птиц и животных, движения оползней на горных склонах, естественного прироста населения, разрушения почвенно-растительного покрова вследствие его неправильной эксплуатации и т. д. Примером может служить карта, показывающая пути вторжения воздушных масс морского и континентального типа на территорию Азербайджанской ССР (рис. 18). Карты динамики составляют по прямым натурным наблюдениям за перемещением объектов или путем сравнения серий разновременных карт, фиксирующих состояние явления в отдельные моменты времени. На картах динамики применяют такие способы картографического изображения, которые специально приспособлены для передачи временных изменений и пространственных перемещений: линии движения, локализованные диаграммы, показывающие динамику явлений в пунктах, картограммы и изолинии равных перемещений или равных скоростей изменения.

Карты взаимосвязей показывают степень и характер пространственных связей двух или нескольких явлений. В качестве примеров укажем карты морфоструктурных соотношений, показывающие связь геологических структур и современного рельефа территории, карты связей между плотностью населения и развитостью сети автомобильных дорог или карты зависимости между содержанием фитопланктона и кислорода в водах океана. Тематика карт взаимосвязи разнообразна, поскольку связи и зависимости существуют повсеместно, а их изучение — одна из основных задач географии.

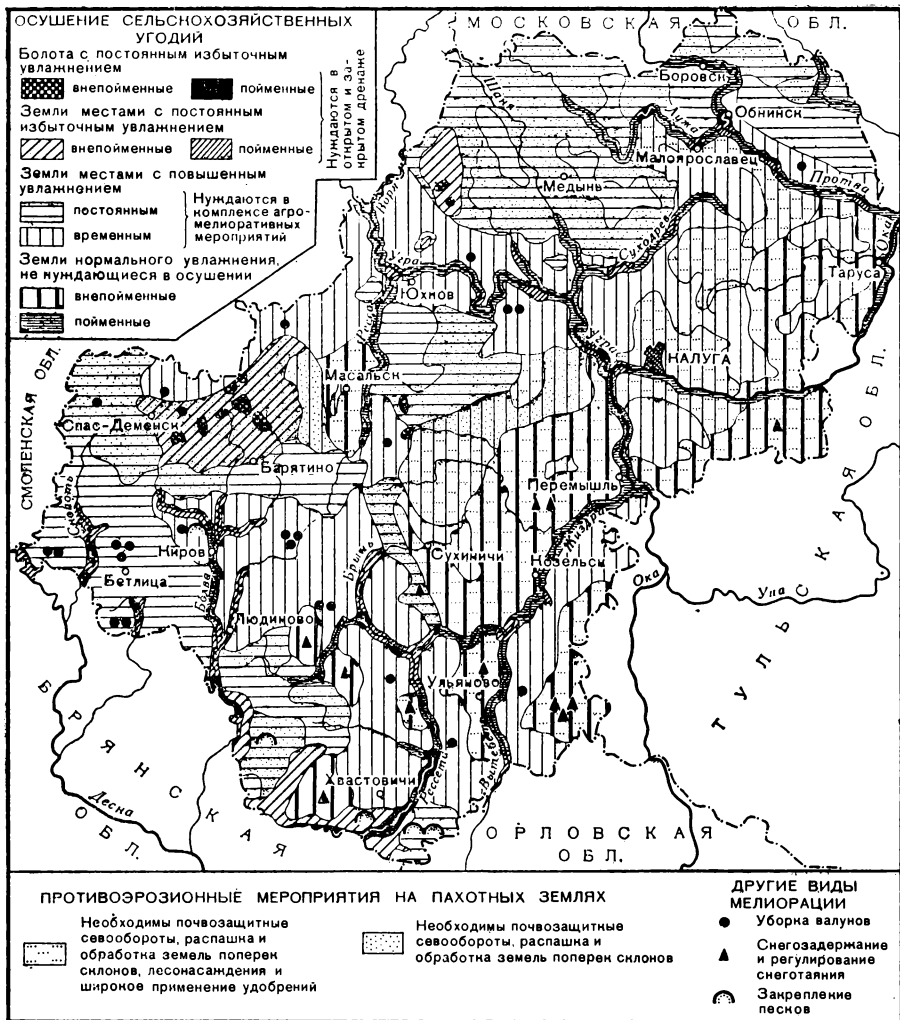


Рис. 17. Рекомендательная карта. Мелиорация земель Калужской области (Атлас Калужской области, 1971).

Чаще всего это межотраслевые карты, дающие представление о связях между разными компонентами природной среды, между социально-экономическими явлениями или между природными и социально-экономическими факторами. Составляя карты взаимосвязи, прибегают к специальным математическим расчетам. Для изображения взаимосвязи территорию районировать по степени соответствия явлений (например, выделяют районы с прямыми и обратными соотношениями явлений) либо проводят особые изолинии связи, отражающие степень соответствия сравниваемых явлений.

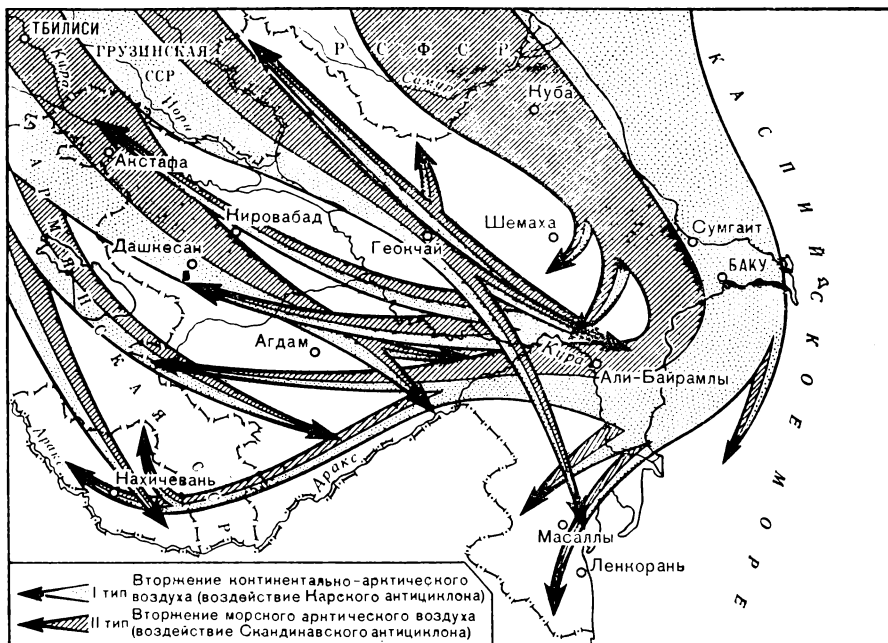


Рис. 18. Карта динамики. Основные типы синоптических процессов в Азербайджане (Атлас Азербайджанской ССР, 1963).

ний и варьирование этого соответствия по территории от места к месту. На этих картах выделяются области с сильной и слабой прямой и обратной связью, что очень важно для установления между явлениями причинно-следственных отношений. Карты взаимосвязей с изолиниями иногда называют картами изокоррелят или корреляционными картами (рис. 19).

Иногда говорят о новых типах карт, имея в виду не столько новизну их тематики, сколько новые формы картографического изображения. К числу новых типов общегеографических карт прежде всего следует отнести фотокарты — полиграфические оттиски с фотопланов, составленных по результатам аэро- или космической съемки, с нанесенными на них горизонталями и другой картографической нагрузкой, обычной для топографических карт. Детальность фотоизображения обеспечивает наилучшие условия для ориентирования на местности, выполнения инженерных и проектно-изыскательских работ, для нанесения тематического содержания. Пользуясь фотокарткой, читатель как бы одновременно видит условное картографическое и фотографическое изображение, причем снимок уже трансформирован в фотоплан.

В последние годы развернулось создание геологических фотокарт, несущих геологическую или структурно-тектоническую нагрузку, ландшафтных, почвенных и др. Составлены тематические фотокарты Луны и планет.

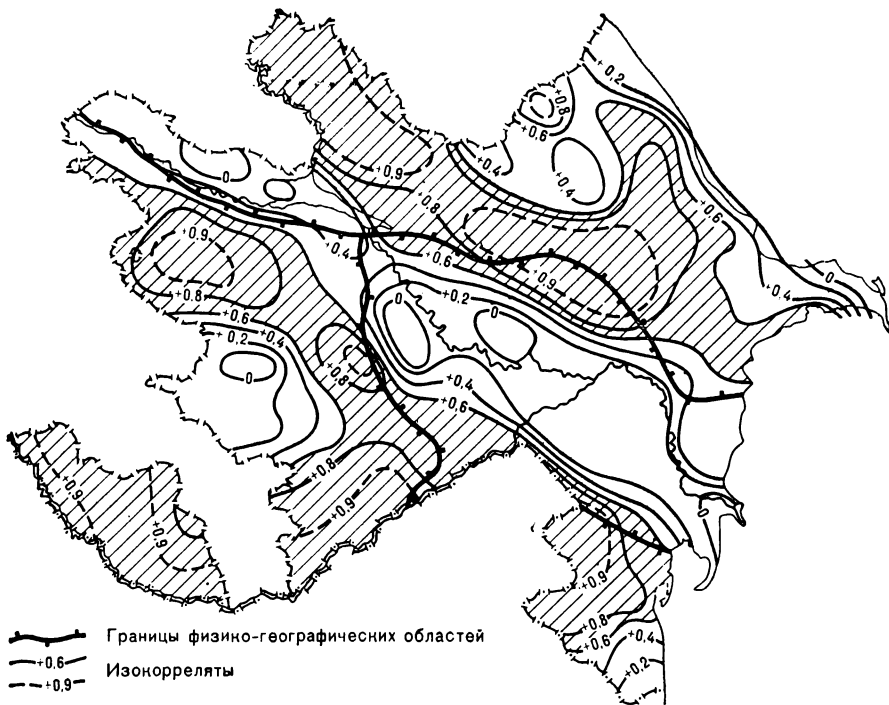


Рис. 19. Карта взаимосвязей. Связь годового стока и густоты речной сети на территории Азербайджанской ССР.

Несомненно, фотокартам принадлежит большое будущее, как весьма эффективному средству изображения и познания окружающего мира. Особые перспективы сулит интенсивное развитие космических исследований Земли, ведь фотокарты — это продукт взаимодействия картографических и аэрокосмических методов.

Подобно тому как внедрение в современную картографию дистанционных методов вызвало появление фотокарт, внедрение автоматизации и вычислительной техники привело к созданию цифровых и машинных карт. Цифровая карта — это математическая модель объекта, представленная в виде закодированных в числовой форме пространственных координат и аппликату точек.

Цифровые карты записываются в памяти ЭВМ в ходе обработки (считывания) обычных карт, аэро- или космических снимков. В принципе любое изображение может быть представлено в цифровой форме. Для этого каждой точке изображения с координатами X и Y следует поставить в соответствие одно число, обозначающее аппликату Z (например, высоту рельефа, густоту леса, плотность фототона на снимке и т. п.). Практически речь идет, конечно же, не о каждой точке карты, а о конечном числе точек, расположенных по регулярной сетке через равные интервалы.

Цифровые карты удобны для любых преобразований. Имея цифровую модель местности, можно поручить ЭВМ рассчитать морфометрическую карту (углов наклона, расчленения и др.) или осуществить генерализацию изображения, провести совместно обработку нескольких цифровых моделей: цифровые карты можно компактно хранить в памяти машины и передавать на любые расстояния и, что особенно важно, воспроизводить в графическом виде с помощью специальных чертежных автоматов. Так создаются машинные карты.

В современной картографии машинные карты получают все большее распространение. Главное их достоинство — оперативность изготовления, возможность быстрой замены и корректировки. Их применяют для статистических сводок, планирования, управления и других оперативных целей. Они создаются в небольшом количестве экземпляров для конкретных потребителей. Технология изготовления машинных карт быстро прогрессирует. В настоящее время печатают цветные многокрасочные карты и целые атласы машинных карт.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ

Рассмотрим теперь типы и виды географических атласов. В предыдущей главе мы говорили, что атлас — это систематическое собрание карт, созданное по общей программе, как целостное произведение.

Н. Н. Баранский писал, что «атлас относится к отдельной карте примерно так, как опера — к отдельной музыкальной пьесе. Атлас — это совокупность карт, но отнюдь не механическая, а органически связанная в единое целое. Можно собрать и вместе переплести несколько самых лучших экономических карт, посвященных той или иной территории, но атласа из них все-таки не получится. Главная ценность атласа в его внутреннем единстве, цельности и законченности»¹.

Подобно картам атласы классифицируют по пространственному охвату, выделяя атласы всей планеты (например, атласы мира, атласы Марса и Луны), отдельных континентов и океанов, крупных географических регионов (например, Западной Европы, Ближнего Востока, Индокитая), государств, отдельных регионов, республик, областей (например, Забайкалья, Целинного края, Армянской ССР, Московской области и др.), административных районов, городов. В этой классификации возможны различные варианты, связанные с особенностями территориального деления по административным, политическим, историческим, природным, экономическим признакам. Так, издаются атласы, охватывающие полушарие («Атлас обратной стороны Луны»), атласы, изображающие

¹ Баранский Н. Н., Преображенский А. И. Экономическая картография. М., 1962, с. 251.

группы стран, входящих в то или иное экономическое объединение («Атлас стран Общего рынка» и «Атлас стран СЭВ»), а с другой стороны — атласы небольших территорий и акваторий (например, атласы заповедников и национальных парков или «Атлас озера Байкал»).

По содержанию атласы подразделяют следующим образом:

атласы общегеографические;

атласы физико-географические:

геологические,

геофизические,

климатические,

океанографические,

гидрографические,

почвенные,

ботанические,

зоогеографические,

медико-географические,

комплексные физико-географические;

атласы социально-экономические:

населения,

промышленности,

сельского и лесного хозяйства,

культуры,

политико-административного деления,

комплексные социально-экономические;

атласы исторические:

древнего мира,

средних веков,

новейшей истории,

историко-революционные,

военно-исторические.

Атласы общие комплексные, включающие карты природы, социально-экономические и исторические.

В данной классификации упомянуты атласы, различающиеся по широте и комплексности тематического содержания. Целесообразно различать атласы комплексные, дающие всестороннюю характеристику территории или акватории, ее природы, хозяйственного использования, населения, истории и т. п., атласы отраслевые или тематические, посвященные какому-либо одному географическому явлению (геологический, климатический атлас, атлас населения), а также атласы узкоотраслевые, характеризующие лишь один из компонентов природы, населения и экономики (например, атлас четвертичных отложений, синоптический атлас и т. п.).

Еще одна классификация делит атласы **по назначению**. В соответствии с ней выделяют атласы справочные, научно-справочные, популярные, учебные, туристские, дорожные, военные и т. п.

Справочные атласы — это обычно общегеографические и политические (политико-административные) атласы, максимально подробно для данного масштаба передающие общегеографиче-

ские объекты: населенные пункты, орографические и гидрографические объекты, дорожную сеть. Эти атласы особенно детальны и точны в отношении географической номенклатуры, они сопровождаются обширными указателями названий, справочными сведениями и другими данными.

Атласы научно-справочные представляют собой капитальные картографические произведения, дающие наиболее полную и научно обоснованную (на существующем уровне изученности) характеристику отображаемого явления. Это подлинные картографические энциклопедии, в которых отражены все компоненты изучаемого объекта в пределах картографируемой территории, внутренние и внешние связи, динамика объекта. Научно-справочные атласы содержат не только аналитические и комплексные карты, большое место в них отводится синтетическим межотраслевым картам, картам оценочным, прогнозным и рекомендательным. Таковы, например, крупнейшие советские атласы: «Физико-географический атлас мира», трехтомный «Атлас океанов» (рис. 20), атласы союзных республик и др.

Популярные атласы предназначены для массового читателя, они общедоступны, а пользование ими не требует специальной подготовки. Они адресованы учащимся, изучающим родной край, туристам и краоведам, охотникам и рыбакам (рис. 21). Поэтому в такие атласы включают лишь основные карты природы и экономики, зато нередко дополняют их картами агитационно-пропагандистскими, а также картами достопримечательных мест и исторических памятников, картами для охотников и рыбаков-спортсменов, схемами туристских маршрутов. Эти атласы обычно сопровождаются фотографиями, рисунками, основными справочными данными, перечнем исторических памятников и т. п.

Четко выделяется категория учебных атласов, ориентированных на обслуживание учебного процесса в начальной, сред-

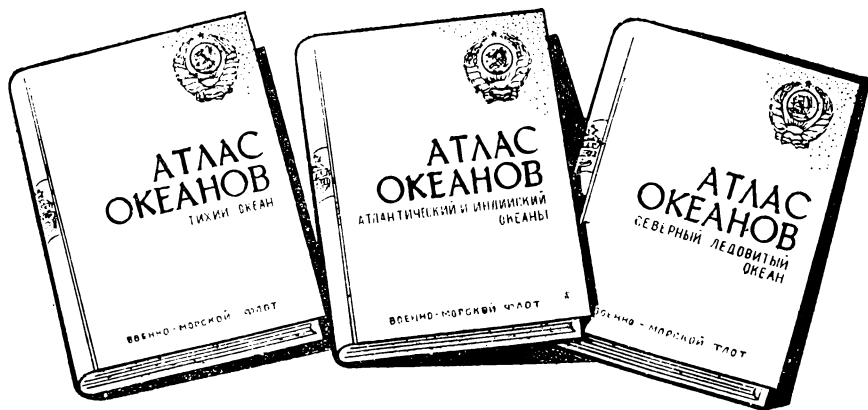


Рис. 20. Комплексный научно-справочный «Атлас океанов».



Рис. 21. Атласы краеведческого типа.

ней школе и в высших учебных заведениях (рис. 22). Набор карт в учебных атласах, степень их подробности и глубина раскрытия тем определяются соответствующими учебными программами. Атласы для начальной школы содержат элементарные сведения по основным разделам географии, карты в них просты и мало нагружены, условные знаки легко воспринимаются и хорошо запоминаются, в атлас включаются рисунки и фотографии. Совсем другой вид имеют атласы для высшей школы, отличающиеся комплексностью, подробностью, многотемностью. Эти атласы по своему уровню приближаются к научно-справочным.

К этой же категории относятся специальные атласы учебных карт, содержащие наборы карт для выполнения самостоятельных практических работ, например такие, как атласы учебных геологических карт, по которым можно строить разного рода геологические профили и разрезы, определять элементы залегания горных пород, атласы учебных топографических карт, предназначенные для усвоения методов чтения карт и работы с ними, или атласы контурных карт.

В последние годы большое внимание уделяется изданию туристических и дорожных атласов, предназначенных для удовлетворения запросов самого широкого круга туристов, спортсменов, автолюбителей (рис. 23). В них дается подробное изображение туристских объектов, сети автомобильных и желез-



Рис. 22. Учебные атласы.

ных дорог и связанных с ними сооружений, указываются пешеходные, водные, автомобильные туристские маршруты и т. п.

Особую группу составляют военные и военно-исторические атласы, предназначенные для высшего командного состава и офицеров Советской Армии и Военно-Морского Флота в качестве справочных пособий по военной географии, экономике и природе стран мира, по военной истории. Такие атласы обычно включают сведения по астрономии, математической картографии, топографии, в них даются планы столиц мира и крупнейших городов. Прекрасными образцами военных атласов являются советские «Атласы офицера», изданные в 1947 и 1974 гг.

Можно классифицировать атласы и по иным признакам, например по формату или способу брошюровки. Капитальные атласы имеют, как правило, настольный формат, лист такого атласа имеет размер порядка 35×45 см, а разворот 70×45 см, таким атласом удобно пользоваться, только держа его на столе. Наиболее распространены атласы книжного формата, существуют также малые, или карманные атласы. Чаще всего атласы брошюруются в общем переплете, но это не единственный способ их издания. Многие атласы издаются в виде комплектов, состоящих из отдельных листов в общей папке, что облегчает пользование картами, их вза-



Рис. 23. Дорожные атласы.

имное сопоставление и сравнение, особенно если речь идет о картах настольного формата. Очень важно, что для такого атласа всегда можно выпустить новую дополнительную карту или обновить в переиздании устаревшую. Именно так выпускает национальный атлас Шведская Академия наук. По мере выхода в свет подписчики этого атласа приобретают и складывают карты в общую папку.

Атласы учебные, популярные, дорожные издаются в одном томе, но капитальные научно-справочные атласы часто многотомны. Так, советский «Морской атлас» был издан в 3 томах (1-й том — навигационно-географический, 2-й — физико-географический, 3-й — военно-исторический), а новый комплексный «Атлас океанов» также издан в 3 томах, но организованных по иному принципу (1-й том — Тихий океан, 2-й — Атлантический и Индийский океаны, 3-й — Северный Ледовитый океан). справочные атласы часто снабжаются особым томом-указателем географических названий и справочных сведений.

В числе основных картографических произведений необходимо назвать глобусы — шарообразные модели Земли, планет или небесной сферы. Глобусы давно и широко используются для наглядного изображения земного шара, по ним удобно проводить картометрические определения площадей и расстояний. Глобусы служат незаменимым пособием в школе. В последние годы заметно усилился интерес к их изготовлению. Это во многом связано с глобальными исследованиями Земли и других небесных тел, в частности с космическими изысканиями. Появились глобусы Луны, Марса, Венеры, иллюстрирующие их рельеф, геологию, глубинное строение, физические поля.

Подобно картам, глобусы различают по тематике (общегеографические, политические, тектонические, климатические и др.), по масштабу, назначению (научные, учебные, навигационные). На-

пример, на пилотируемых космических кораблях используют навигационные глобусы, показывающие положение корабля над земным шаром в период орбитального полета. Наиболее употребительные масштабы глобусов 1 : 30 000 000—1 : 80 000 000. Для повышения наглядности иногда изготавливают рельефные глобусы.

ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТ И АТЛАСОВ

Картография обеспечивает своей продукцией многие отрасли хозяйства, науки и культуры. Карты и атласы содержат информацию о природе и обществе, а черпают эту информацию из натуральных наблюдений, научных изысканий, статистических сводок, проектных документов, материалов планирования и т. п. Все они служат источниками для создания карт и атласов, определяют многообразие картографических произведений. К источникам принадлежат:

- астрономо-геодезические данные,
- данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений,
- экономико-статистические данные,
- общегеографические карты,
- тематические карты,
- материалы аэро- и космических съемок,
- текстовые (литературные) источники.

При создании любого конкретного картографического произведения одни из этих источников становятся основными, а другие — дополнительными или вспомогательными. Так, при составлении мелкомасштабных экономических карт в основу берутся материалы статистической отчетности, а при изготовлении фотогеологических карт — данные геологической съемки, аэро- и космические снимки.

Источники делят на современные, характеризующие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие прошлые состояния явления или отражающие ранние стадии его изученности. В некоторых случаях приобретают ценность именно старые источники, например если речь идет о картографических реконструкциях прошлого, изображении динамики явлений.

Астрономо-геодезические данные включают результаты астрономических и геодезических наблюдений на местности. Они используются для создания координатной (плановой и высотной) основы географических карт. Эта основа опирается на сеть точек на земной поверхности, для которых вычислены плановое положение и высота относительно уровня моря. Сеть закреплена на местности специальными опознавательными знаками — вышками или сигналами. Координаты пунктов сети определены с помощью астрономических, геодезических, гравиметрических измерений. В последние годы для этого привлекают методы космической геодезии — измерения орбит искусственных спутников Земли. Астрономо-геодезические данные используют для вычисления фигуры Земли и расчета параметров земного эллипсоида.

Все топографические или тематические съемки так или иначе привязаны к пунктам астрономо-геодезической сети. Этим обеспечивается высокая точность и единство координатной системы карт. В СССР и ряде зарубежных стран принят эллипсоид Ф. Н. Красовского, названный так по имени ученого, руководившего в 1940 г. работами по вычислению параметров этого эллипсоида¹.

Данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений — это важнейший фактический материал при составлении любых тематических карт. Никакие косвенные и дистанционные методы не могут заменить непосредственные наблюдения. Более того, без них невозможна ни интерпретация этих косвенных наблюдений, ни дешифрирование аэрокосмических материалов. Форма представления натуральных наблюдений различна. При гидрометеорологических наблюдениях — это данные измерений, заносимые в таблицы и на графики; при физико-географических исследованиях — описания, фиксируемые в полевых дневниках и отчетах; при геологических, геоморфологических, почвенных исследованиях — профили, разрезы, данные бурения скважин, описания шурфов, результаты минералогических анализов и т. п.; при геофизической съемке — величины физических параметров.

По охвату территории материалы непосредственных наблюдений подразделяют на точечные, выполняемые в отдельных пунктах, на скважинах, обнажениях и т. п.; стационарные — например на метеостанциях, гидропостах, биологических стационарах; маршрутные — вдоль по избранному направлению (по профилю, дороге, реке и др.); площадные, охватывающие сплошными наблюдениями всю изучаемую территорию. Кроме того, существуют материалы ключевых исследований, проводимых с большой детальностью на небольших участках от 1 до нескольких квадратных километров.

В последние годы материалы исследований на «ключях» стали привлекать для интерпретации результатов аэрокосмической съемки. Выделяется даже особый вид наблюдений — «подспутниковые» наблюдения, которые ведутся на небольших участках с самолетов или с помощью наземных средств синхронно с космической съемкой. Подспутниковые данные нужны для того, чтобы точно привязать и интерпретировать космическую информацию, распространить интерпретацию на обширные пространства со сходными физико-географическими условиями. По существу подспутниковые наблюдения — это развитие традиционного географического метода исследования на «ключевых» участках. Материалы «ключевых» наблюдений широко применяются в картографии, когда речь идет о средне- и мелкомасштабном тематическом картографировании, охватывающем огромные пространства нашей страны.

¹ Эллипсоид Ф. Н. Красовского имеет такие параметры: большая полуось 6 378 245 м, малая 6 356 863 м, сжатие 1 : 298,3. В других странах приняты эллипсоиды, имеющие несколько иные параметры, например в странах Северной Америки — эллипсоид Кларка (сжатие 1 : 295), в странах Южной Америки, Среднего Востока, Испании эллипсоид Хейфорда (1 : 297).

Экономико-статистические данные, используемые в качестве источников для составления карт, содержат количественные сведения и показатели общественного развития с их временной и пространственной (географической) привязкой. Эти данные характеризуют производственные и людские ресурсы, их использование, динамику народного хозяйства и населения, развитие культуры, соотношение различных отраслей хозяйства, соответствие их плановым заданиям и многие другие аспекты социально-экономической структуры и деятельности общества. Обычно эти данные поступают к картографам в виде таблиц.

К основным экономико-статистическим источникам принадлежат материалы государственной статистики или данные, публикуемые международными организациями, например ООН. В Советском Союзе экономико-статистические данные сосредоточены в Центральном статистическом управлении (ЦСУ) и его местных органах: статистических управлениях союзных и автономных республик, областей, краев, районов Москвы, Ленинграда, столиц союзных республик.

Для составления карт населения, обслуживания и культуры источниками служат материалы переписей населения, дающие разностороннюю информацию о демографической, экономической, социальной структуре жителей страны и отдельных административных районов. Переписи проводятся одновременно для всей страны, по единой программе и методике, что позволяет получить единообразную информацию.

Экономико-статистические данные используют не только для непосредственного нанесения на карты, но и для получения производных показателей, сводных характеристик и синтетических оценок, которые, в свою очередь, становятся источниками для составления синтетических социально-экономических карт.

Общегеографические карты используются в качестве источников при составлении любой тематической карты. Прежде всего они служат основой для нанесения тематического содержания. Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты — это надежные и достоверные источники. Они создаются по государственным инструкциям, в стандартной системе условных обозначений с определенными строго фиксированными требованиями к точности. Карты в масштабе 1:100 000 и мельче покрывают всю территорию СССР, карты более крупных масштабов — отдельные районы, занимающие в целом примерно пятую часть страны. Практически вся земная суша покрыта листами карты 1:1 000 000.

В зависимости от тематики и назначения составляемой карты с источников берут разные элементы. Например, для карт природы необходимы источники с подробным изображением рельефа и гидросети, а для экономических карт важнее всего полнота передачи населенных пунктов и транспортных магистралей.

Значение топографических, обзорно-топографических и обзорных карт как источников не ограничивается использованием их

для привязки тематического содержания. Эти карты особенно важны для обеспечения географической достоверности картографирования. Дело в том, что размещение всех природных и многих социально-экономических явлений в той или иной степени связано с особенностями рельефа земной поверхности. Выходы горных пород, почвы и растительный покров, гидроклиматические показатели — все они так или иначе «привязаны» к рельефу. Распределение сети поселений, в особенности сельских, характер хозяйственного использования земель, густота и структура дорожной сети также во многом определяются рельефом. Поэтому общегеографические карты играют роль каркаса, основы, относительно которой производится увязка тематического содержания создаваемых карт. Общегеографические карты служат еще и основой для взаимного согласования карт разной тематики, что особенно важно при составлении единых серий карт и атласов.

Тематические картографические материалы — основной источник для составления тематических карт. К ним относятся материалы полевых съемок (крупномасштабные абрисы, планы, схемы, карты, маршрутные и стационарные съемки, профили и разрезы, составленные по натурным наблюдениям и т. п.), собственно тематические карты разного масштаба и назначения, а также разного рода специальные материалы, такие, как схемы землепользований, лесоустроительные планы и др.

О тематических картах много сказано в предыдущем разделе. Здесь же важно подчеркнуть, что часто при составлении тематических карт в качестве источников привлекают карты смежной тематики. Так, при геоботаническом картографировании очень часто используют почвенные, геологические и геоморфологические карты, позволяющие уточнить размещение растительности и ее связь с другими компонентами природной среды, а при создании карт транспорта совершенно необходимо использовать в качестве источников карты населения.

Чем глубже изучено картографируемое явление, тем яснее обнаруживаются его внутренние и внешние связи с другими явлениями и тем шире привлекаются карты смежной тематики. В этом одна из характернейших тенденций развития современной картографии.

Источниками для создания синтетических карт служат целые комплекты карт разной тематики. По ним получают интегральные, обобщающие характеристики. Современные математические методы и ЭВМ позволяют обрабатывать большие объемы картографической информации, поэтому с принципиальной точки зрения не представляет сложности привлечь десятки аналитических тематических карт для создания одной синтетической. Например, для оценки условий жизни населения можно взять в качестве источников карты, характеризующие рельеф, климат, гидрографию, растительность, почвы, животный мир территории, плотность населения, развитие промышленности, энергетики, транспорта, сельского хозяйства, обслуживания. Можно добавить сюда карты

медико-географических условий туризма, загрязнения атмосферы и вод и т. д. Но на практике стремятся взять не максимально возможное количество источников, а оптимальный их набор. На первый план выходит не техническая задача (как обработать на ЭВМ значительное количество (большой массив) карт-источников), а географическая (как выбрать ведущие факторы, определяющие условия жизни населения). Оптимизация подбора источников требует, следовательно, от картографа глубоких географических знаний, вникания в существо изображаемого явления. И в этом еще одна отличительная черта современной научной картографии.

Современный прогресс аэро- и космических съемок все больше выдвигает материалы аэрокосмических съемок в число основных источников при создании и обновлении топографических и тематических карт самых разных масштабов и назначения. Внедрение аэрофотоснимков в топографическое картографирование, начавшееся в середине 30-х годов, коренным образом изменило облик и содержание топографических карт. Они стали более подробными, содержательными, точными, а главное — составление карт на обширные территории пошло более быстрыми темпами. Аэрофотосъемка сделалась одним из основных видов государственного топографического картографирования. Одновременно материалы аэросъемки стали источниками для создания геологических, геоботанических, почвенных, ландшафтных и других тематических карт.

В 60-х годах картография стала использовать фотографии, полученные с орбитальных космических станций. Первые снимки Земли были сделаны в августе 1961 г. советским космонавтом Г. С. Титовым с корабля «Восток-2», а в сентябре 1961 г. с американского спутника «Меркурий». Затем с искусственных спутников Земли стали выполнять другие виды съемок: телевизионную, тепловую, многозональную. Поиски и внедрение новых средств аэрокосмической съемки для целей исследования ресурсов Земли и ее картографирования непрерывно продолжаются. Среди новых методов перспективна лазерная съемка.

Материалы аэрокосмических съемок сыграли поистине революционизирующую роль в картографии. Стало доступным практически одновременное получение изображений сколь угодно обширных территорий и акваторий, вплоть до полушария. Чтобы представить, насколько расширились возможности космической фотосъемки по сравнению с аэрофотосъемкой, приведем лишь один факт. Снимок с самолета, летящего на высоте 7 км, покрывает территорию площадью 80 км², а снимок с орбитальной станции «Салют», сделанный тем же фотоаппаратом, охватывает земную поверхность площадью 160 тыс. км². За пять минут полета станции можно заснять 1 млн. км², а при съемке с самолета за то же время — всего 300 км²¹.

Меняя параметры орбиты и съемочную аппаратуру, можно

¹ См.: Киенко Ю. П. Проблемы космического природоведения. — Геодезия и картография, 1976, № 4, с. 18—35.

уменьшать или увеличивать полосу наблюдений, устанавливать необходимую повторяемость съемок для слежения за динамикой быстроменяющихся объектов, повышать разрешающую способность, добиваясь различимости на снимках объектов размерами в несколько метров.

По снимкам, сделанным в невидимых частях спектра, картографируют такие явления, как состав горных пород, леса, пораженные болезнями, повреждения посевов сельскохозяйственных культур, влажность почв, направление теплых и холодных морских течений и многое другое, что нельзя увидеть невооруженным глазом.

На снимках из космоса все компоненты природы и хозяйства отображаются совместно, интегрированно. Хорошо видны их связи, взаимозависимости, что очень важно для согласования серий карт разной тематики.

Можно указать еще многие преимущества космических материалов, но самое, пожалуй, важное их достоинство как источников в том, что они дают возможность создавать мелкомасштабные тематические карты, минуя этапы составления этих карт в крупных и средних масштабах. Обычный путь картографирования от крупномасштабных съемок к среднемасштабному, а затем к мелкомасштабному картографированию предполагает большой объем картографических работ. А ведь съемки в условиях такой обширной страны, как Советский Союз, дорогостоящи и трудоемки. Есть и чисто картографические «неудобства». В процессе многократного уменьшения и обобщения карт при переходе от крупных масштабов к мелким происходит некоторая потеря деталей, вкрадываются ошибки и неточности за счет упрощения рисунка и отбрасывания деталей изображения. Это так называемые погрешности картографической генерализации.

Космические снимки обширных пространств сразу могут быть использованы для создания мелкомасштабных тематических карт. Изображение обобщено и «генерализовано» уже за счет разрешающей способности снимка.

Аэрофотоснимки, получаемые с обычных самолетов, вертолетов и аэростатов, не поднимающихся выше 10 км над Землей, имеют масштабы примерно от 1 : 10 000 до 1 : 50 000. С высотных самолетов, летящих на высоте 10—20 км, и специальных ракет получают мелкомасштабные аэрофотоснимки в масштабах 1 : 100 000—1 : 250 000.

С орбит высотой до 500 км, на которых летают советские космические аппараты «Восток», «Союз», «Салют» и др., получают снимки в масштабах 1 : 1 000 000—1 : 10 000 000. С метеорологических спутников типа «Метеор» ведется съемка в масштабах до 1 : 20 000 000, а с автоматических межпланетных станций получают сверхмелкомасштабные изображения вплоть до 1 : 100 000 000 и даже мельче.

Все аэрокосмические источники, используемые для целей картографирования, можно подразделить на два основных вида:

материалы фотографической и материалы фотоэлектронной съемки. Фотографические материалы — это черно-белые, цветные и цветные спектрзональные снимки, а также изготавливаемые на их основе фотосхемы, фотомонтажи, фотопланы и фотокарты.

По охвату территории материалы космических съемок делят на детальные (они близки по своим качествам к аэроснимкам, сделанным с больших высот), локальные, региональные и глобальные (они охватывают целое полушарие).

Фотосхемы и фотомонтажи — это соединение фотоснимков, смонтированных по общим точкам и контурам. Они дают общее представление о покрытии территории съемкой и о качестве снимков. Если снимки предварительно трансформировать, избавить их от различных искажений, а затем привязать к координатной сети, тщательно совместив контуры, то получится фотоплан. Фотоплан с нанесенными на него элементами картографической нагрузки называют фотокартой.

Материалы телевизионной съемки — это изображения, передаваемые по телевизионным каналам. Важная их особенность в том, что они поступают на Землю непрерывно. Например, телевизионные системы, установленные на советских спутниках типа «Метеор», дают непрерывное изображение полосы земной поверхности шириной около 1 000 км. Проходя виток за витком над земным шаром, «Метеор» передает на Землю полосу за полосой без разрывов между ними.

Особым, наиболее перспективным с точки зрения тематического картографирования источником являются материалы многозональной съемки. Суть ее в том, что одна и та же территория (или акватория) одновременно фотографируется или сканируется (т. е. прослеживается по полосам-строкам) в нескольких сравнительно узких зонах спектра. Комбинируя изображения, полученные в разных зонах спектра, можно получить так называемые синтезированные снимки, на которых наилучшим образом изображаются те или иные объекты. Например, подбирая разные сочетания, можно добиться наилучшего изображения водных объектов, прибрежных подводных форм рельефа, разных пород леса, сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, аэрокосмические материалы, используемые в качестве источников для картографирования, весьма разнообразны по своим свойствам. Их качество зависит от высоты полета, летательного аппарата, характера орбиты (для космических снимков), масштаба и разрешения съемки, зоны спектра, съемочной аппаратуры и многих других технических условий. На свойства аэрокосмических источников влияют, кроме того, способы передачи изображения, процедуры его дальнейшей обработки и преобразования.

Внедрение новых съемочных систем, средств передачи, автоматических устройств корректировки и обработки снимков многократно расширяет возможности картографии, но одновременно

ставит перед ней сложные технические проблемы, связанные с приведением аэро- и космических изображений к виду, удобному для картографического использования.

Текстовые источники — это различного рода географические (геологические, исторические и др.) описания, полученные в процессе непосредственных наблюдений или в ходе теоретических исследований. Они обычно не формализованы и не имеют точной координатной привязки, но зато обладают образностью, необходимой для создания представления о картографируемом объекте. Отчеты экспедиций, монографические труды, статьи содержат фактический материал и теоретические положения, необходимые для правильного географического истолкования многих других источников информации, таких, как аэро- и космические снимки или статистические таблицы. При недостатке или неполноте других источников описания позволяют выполнить более или менее значительную картографическую экстраполяцию. Но даже и в случае хорошей обеспеченности фактическим материалом, полученным в результате дистанционных или непосредственных наблюдений, текстовые источники незаменимы. Они позволяют оценить качество и географическую достоверность, современность материалов, используемых для создания карт.

Таким образом, все источники, привлекаемые для создания карт, можно разделить на первичные, полученные в ходе непосредственных или дистанционных измерений и наблюдений, и вторичные — составленные в результате обработки и преобразования первичных источников. Естественно, что первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, степени генерализации, синтетичности и другим характеристикам, которые привносятся в процессе их обработки.

ПОТРЕБНОСТИ ПРАКТИКИ И КАРТЫ НОВОГО ТИПА

Задача приведенного обзора не в демонстрации многовариантности классификаций карт, атласов и глобусов и разнообразия источников, привлекаемых для их создания. Важно другое — подчеркнуть многогранность интересов современной картографии, обилие информации, широту практического приложения.

В кратком перечислении названы лишь основные источники информации и далеко не все виды и типы картографических произведений. Обеспечение важных в практическом и научном отношении задач, удовлетворение запросов разных групп потребителей требуют постоянного расширения информационной базы картографии, разработки и создания карт нового типа. Этот процесс идет в картографии безостановочно.

Если попытаться сформулировать основные принципы, определяющие этот процесс, то следует назвать по крайней мере пять ведущих факторов:

постановка и решение новых народнохозяйственных задач;

развитие новых научных направлений и обращение к новым объектам исследований;

внедрение новейших средств научного познания и появление неизвестных ранее источников информации;

развитие технических средств картографирования и автоматизация картографических работ;

создание новых средств изображения и новых, более совершенных картографических материалов.

Народнохозяйственные задачи сегодняшнего дня, на решение которых всегда чутко откликается картография, связаны с использованием земель, промышленным и хозяйственным строительством во вновь осваиваемых и хорошо обжитых районах, с разведкой и добычей полезных ископаемых, развитием транспорта, ростом городов и сел, расширением сети обслуживания населения и т. п. Каждая сфера народного хозяйства предъявляет требования на карты, детальные и обобщенные, крупномасштабные и обзорные, аналитические и синтетические, инвентаризационные и рекомендательные. Особое место среди актуальнейших задач, стоящих перед обществом и решаемых с помощью картографического метода, принадлежит рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. И всякий раз постановка и решение новых народнохозяйственных задач расширяет круг потребителей карт, что опять-таки ведет к поиску новых источников информации, к разработке карт нового типа, способных удовлетворять запросы этих потребителей. Например, освоение целинных и залежных земель вызвало появление карт, специально предназначенных для руководителей сельскохозяйственного производства, а строительство Байкало-Амурской магистрали — целую серию оценочных и прогнозных карт, ориентированных на первопроходцев трассы и эксплуатационников.

Развитие новых направлений научных исследований ярче всего проявляется в дифференциации и интеграции разных отраслей знания, а это, в свою очередь, вызывает к жизни создание новых типов карт и даже целых новых разделов тематического картографирования, отражающих эту дифференциацию или стоящих на стыке разных наук. Причем следует подчеркнуть, что речь идет не только о расширении тематики картографирования, но и о формировании принципиально новых типов карт и атласов. Так, системный подход к объектам исследования, господствующий в современной географии, геологии, планетологии, экологии и других науках о Земле, потребовал не только углубленного изучения отдельных компонентов, но также их динамики, взаимосвязей, функционирования — в этом суть системного подхода. И в ответ на эти требования появились карты динамики и корреляционные карты, началось создание карт функционирования, показывающих обмен веществом и энергией между отдельными компонентами внутри геосистем и между ними. Здесь же следует отметить не только расширение и углубление научных изысканий, но и появление новых объектов исследования. Карты физических полей Луны, движения земных материков, биологической продуктивности шельфовых зон, заражения почвы радиоактивными элемента-

ми и многие другие отражают эти новые объекты исследования, о которых в прошлом было неизвестно почти ничего или очень мало.

Говоря о появлении новых средств исследования и новых источников картографической информации, прежде всего следует иметь в виду мощное влияние аэрокосмических съемок. Материалы, полученные с помощью фотографических, телевизионных, радиометрических и других дистанционных датчиков, сыграли поистине революционизирующую роль в общегеографическом и тематическом картографировании. Появились новые, не существовавшие раньше виды картографических произведений, например упоминавшиеся выше общегеографические и геологические фотокарты, а другие, давно апробированные типы картографических произведений претерпели более или менее существенную трансформацию.

В числе новых методов исследования наряду с аэрокосмическими необходимо назвать новые геофизические и геохимические методы, современные методы палеогеографического анализа, с помощью которых исследователи получили возможность еще глубже и полнее отразить на картах физические процессы, химический состав и историю развития литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы Земли, строение других небесных тел, свойства космического пространства.

Развитие вычислительной техники и автоматики в эпоху НТР обеспечило возможность создания машинными методами картографических моделей принципиально нового типа. Их изготовление вручную было невозможно. Это особенно заметно в сфере оперативного картографирования, где автоматика обеспечивает практически одновременную обработку поступающей информации и ее картографическое представление. Использование ЭВМ и автоматических картографических систем позволило создать сложные синтетические карты, интегрирующие обширную, часто многофакторную информацию. Без применения быстродействующих вычислительных машин создание таких карт невозможно.

Развитие средств картографического изображения, усовершенствованных, высокоинформативных систем условных обозначений, внедрение в производство новых картографических материалов тоже оказывают немалое влияние на составление новых видов и типов картографических произведений. Созданы, например, особые тематические и технические карты, специально приспособленные для автоматического чтения и распознавания. Таковы люминесцентные карты, где вся или часть информации напечатана люминесцентными красками, которые «видны» лишь специальным читающим автоматом в условиях особого освещения.

Создание карт и атласов новых видов и типов — закономерный процесс развития современной картографии. Из этого, в частности, следует одна из наиболее важных задач — разработка методов и приемов эффективного их использования в науке и практике.

Глава IV. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЧТЕНИЕ КАРТ

Изучение незнакомого края всегда начинается с карты... По карте можно странствовать так же, как по Земле, но потом, когда попадаешь на эту настоящую Землю, сразу же сказывается знание карты...

К. Г. Паустовский

ЧТО ТАКОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сотни лет люди употребляли слово «информация», не вкладывая в него какого-то особого научного смысла. Под информацией разумели любые сообщения, разъяснения, истолкования чего-нибудь. Обычно различали устную или письменную информацию, т. е. передачу сведений с помощью устной речи или в написанном, напечатанном тексте. Но в первой половине XX в. об информации заговорили как о научном понятии. Появилась и стала бурно развиваться теория информации, оказавшая глубокое влияние на теорию и методологию всей современной науки, начиная от кибернетики и математики и до естественных и гуманитарных наук. Появились новые термины: «поток информации», «объем информации», «количество информации», «информационный массив», «передача информации», «восприятие информации» и т. п. Во многих отраслях знаний стали развиваться особые «информационные подходы» к анализу явлений, способы оценки качества информации и измерения ее количества.

При этом существует великое множество толкований самого понятия «информация», хотя общепризнанная точка зрения еще не выработана. Трудности определения этого понятия заставляют вспомнить слова «отца кибернетики» Норберта Винера, сказавшего: «Информация есть информация, а не материя и не энергия». Этот афоризм выдающегося ученого ставит информацию в один ряд с такими фундаментальными научными категориями, как материя и энергия, и подчеркивает в то же время, что ее невозможно определить, невозможно подвести под другое, более широкое понятие.

В современной науке нет определения, которое сводило бы все многообразие толкований понятия «информация» к какому-то единому содержанию. Аналогичная ситуация сложилась и в картографии. Как это ни парадоксально, но, несмотря на широкое проникновение информатики в картографию, до сих пор остается открытым вопрос о том, что же такое картографическая информация, что означает сам термин, какое содержание в него вкладывается.

Интуитивно картографическую информацию представляют как

передачу на карте сведений о пространственном размещении объектов, явлений, процессов реального мира, об их свойствах, изменениях во времени, связях и отношениях между собой. Чаще всего под картографической информацией понимают содержание карты, т. е. *сведения, заключенные в карте*. Но есть и иные толкования: считается, например, что картографическая информация — это *сведения, получаемые по карте*, при этом подчеркивают, что сведения, вложенные картографом в карту и извлекаемые из нее читателем, не всегда совпадают между собой. Иногда под картографической информацией понимают лишь количество условных знаков на карте, ее нагрузку, считая, что, чем больше знаков, чем разнообразнее нагрузка, тем информативнее карта. В соответствии с математической, точнее, математико-статистической теорией информации полагают, что картографическая информация определяется вероятностью появления того или иного знака на карте, разнообразием знаков и т. п. Словом, нет недостатка в различных толкованиях картографической информации.

Некоторые исследователи указывают, что картографическая информация может быть научной, технической, экономической и т. п., а по тематическому содержанию — топографической, географической, исторической или какой-либо другой. В зависимости от назначения картографическая информация может оказаться популярной, учебной, директивной и т. д.

Математическую теорию информации, хорошо приспособленную для решения задач техники связи и машинной памяти, не удастся полностью применить для оценки информации, содержащейся в карте. Карта, где знаки располагаются в двумерном пространстве по всему листу, принципиально отличается от текста, радио- и телеграфных сообщений, где знаки и сигналы образуют линейную последовательность.

В самом деле, читая текст, было бы нелепо перескакивать со строки на строку, смотреть сперва вниз страницы, а потом наверх, читать справа налево или по диагонали. Получится бессмыслица. Но когда речь идет о карте, такое чтение становится не только возможным, но и необходимым. Человек ищет на карте знаки, сопоставляет их, перемещая глаза в разных направлениях, связывает таким образом отдельные элементы изображения в единую картину. Это происходит как раз потому, что карта содержит двумерную, пространственную информацию.

Не только картографы, но и специалисты в области информатики отмечают неприемлемость вероятностного математического подхода к оценке «количества информации» на географических картах. Ведь каждый элемент карты, всякий знак, как и каждый элемент территории, существует, а не «происходит» с какой-то вероятностью. Математическая теория информации, вычисляющая информацию в битах (единицах информации), не дает ответа на вопрос о том, как оценить сведения, имеющиеся на карте.

Но если математическая теория плохо приспособлена к оценке картографической информации, то приходится искать иные подхо-

ды. Шаг вперед в этом поиске был сделан советским картографом А. Ф. Асланикашвили, который обратил внимание на то, что информация на карте передается «пространственным поведением» картографических знаков, формой их локализации, конфигурацией, взаимным размещением, а не только значением, которое в них зафиксировано. Стало ясно, что дело не исчерпывается тем, какие знаки показаны на карте и что каждый из них означает, но важно еще и то, как эти знаки *взаимно расположены* на листе карты, какие *отношения* их связывают.

Чтобы правильно представить сущность картографической информации, следует иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, картографическая информация возникает *только в результате взаимодействия* носителя информации (карты) и получателя информации (читателя, потребителя карты). Без такого взаимодействия, вне его рассмотрение картографической информации вообще теряет смысл. Можно говорить лишь о количестве знаков на карте, о графической нагрузке, но не об информации как таковой. Само понятие «картографическая информация» как бы предполагает существование источника информации и информируемого. Карта всеми своими изобразительными средствами нацелена на взаимодействие с читателем, на привлечение его внимания и возбуждение творческой мысли. Картографическая информация появляется только в системе карта — читатель карты.

Во-вторых, говоря о картографической информации, следует учитывать, что она передается не просто знаками, а их сочетаниями, складывающимися в графический (картографический) образ. В этом важное отличие карты от других информационных средств, где справедливо соотношение сигнал — информация. На карте же одновременное восприятие множества знаков (сигналов), их *пространственных комбинаций*, т.е. сочетаний, взаимных перекрытий, соседства, объединения, пересечения и т. д., создает некий графический образ. Информация возникает как результат восприятия комбинаций знаков, картографических образов.

Поэтому-то и оказывается, что картографическая информация не исчерпывается нагрузкой карты. Она проявляется еще и через отношения между знаками. Это отношения взаимосвязи, зависимости, близости, удаленности, совмещения и т. п., т. е. все, что формирует конфигурацию картографического рисунка.

Часть картографической информации присутствует на карте как бы в скрытом виде и не поддается непосредственному восприятию, нередко именно эта «скрытая» информация представляет наибольший интерес для исследователя, читателя карты.

Приведем примеры, иллюстрирующие значение «скрытой» картографической информации. На крупномасштабной геоботанической карте картограф-геоботаник показывает растительные ассоциации, их сочетания. Он старается как можно точнее отразить размещение ареалов, их конфигурацию, чередование и другие пространственные особенности. Но если эту карту станет анализировать геолог или геоморфолог, то он сумеет «увидеть» на ней нечто боль-

шее. Типы растительности и конфигурация ареалов дадут ему информацию о составе и свойствах поверхностных отложений, о режиме подземных вод. Некоторые растительные ассоциации являются прекрасными индикаторами полезных ископаемых, другие фиксируют крупные тектонические нарушения (разломы, трещины), третьи приурочены к засоленным грунтовым водам и т. д.

Другой пример — горизонтали на топографической карте. Издавна, «читая» горизонталями, исследователи определяют по ним высоты местности и разнообразные морфометрические показатели рельефа, такие, как расчленение, уклоны и др. Это, так сказать, явная информация. Но изображение рельефа на топографических картах несет и другую информацию, например о новейших тектонических движениях, происшедших на данной территории. Анализируя рисунок горизонталей, можно выделить участки территории, испытавшие поднятия (они обычно резко расчленены) и опускания (эти участки выположены). Можно получить косвенные свидетельства о размещении полезных ископаемых. В последние годы даже разработаны такие методы анализа топографических карт, которые дают сведения о глубинном строении земной коры.

Можно, конечно, возразить, что в приведенных выше примерах исследователи привлекают дополнительную информацию, ранее полученные знания и опыт. Но возникает вопрос: а разве в самом рисунке и сочетании ареалов не содержится совершенно определенная пространственная информация о приуроченности растительности к тем или иным породам и геологическим структурам? Разве в конфигурации и взаимном положении горизонталей, в характере расчленения рельефа и геометрическом рисунке и гидросети не заложена информация о тектоническом строении территории или о структуре земных недр? По-видимому, эта информация существует на карте, присутствует на ней в неявной, скрытой форме. Однако исследователи не всегда умеют прочесть эту информацию, извлечь ее из картографического изображения.

Таким образом, накопление, совмещение и сопоставление разных знаков на карте приводит к качественному обогащению и даже к увеличению объема передаваемой информации. Поэтому система обозначений, представленная на всякой карте, всегда больше, чем простая сумма отдельных ее элементов. Картографическая информация не может быть сведена к сумме условных знаков, она содержит еще нечто сверх этой суммы. Что же это за добавка? Специалисты, занимающиеся изучением восприятия картографического изображения, все чаще высказывают мнение, что дополнительная, «скрытая» информация формируется из отношений, группировок, сочетаний знаков и проявляется в их пространственном размещении.

И наконец, еще одно замечание. Пытаясь понять сущность картографической информации, никак нельзя забывать, что карта не просто знаковая, но *образно-знаковая* модель действительности. Свойство образности имеет принципиальное значение для понимания картографической информации, поскольку именно это в корне отличает карты от других источников информации.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ОБРАЗ И ВОСПРИЯТИЕ КАРТ

Все, что было сказано относительно картографической информации, убеждает в том, что для правильного ее понимания очень важен картографический образ. Это понятие, по-видимому, одно из фундаментальных в картографии. Картографический образ — основа восприятия карты читателем. Он создается всеми графическими переменными: формой знаков, их величиной, ориентировкой, цветом, оттенками цвета, внутренней структурой (см. главу II). Но, как уже было сказано, не только знаки и изобразительные средства формируют картографический образ. Немалое значение имеет пространственная комбинация знаков, их взаимное расположение, размещение относительно пространственных координат, взаимная упорядоченность и другие подобные отношения.

Сочетание и пространственное взаимодействие знаков, принадлежащих к разным графическим системам (изолинии, значки, качественный фон и др.), образует бесконечное множество картографических образов. Некоторую аналогию этому можно видеть в музыке, где сочетание всего семи звуков создает неисчерпаемое разнообразие мелодий. Картографические образы формируются с помощью знаков, но это не просто знаки как таковые, как отдельные звуки — еще не мелодия. Было бы абсурдно оценивать мелодию по количеству использованных в ней звуков, также бессмысленно сравнивать картографические образы по числу входящих в них знаков.

Мы будем считать, что *картографический образ — это пространственная комбинация (композиция) картографических знаков, воспринимаемая читателем*, а под словами «пространственная комбинация» будем понимать совокупность знаков со всеми их сочетаниями, связями, взаимной соподчиненностью и группировкой. Всякий картографический образ можно, следовательно, рассматривать как некоторую пространственную знаковую систему, обладающую свойствами, отличными от свойств образующих ее отдельных знаков.

Картографический образ дается читателю в чувственной форме при визуальном чтении или измерении по карте. Саму же карту можно рассматривать как целую систему, множество картографических образов, организованных по заданному принципу. Возникновение картографических образов в сознании читателя карты неотрывно от его познавательной деятельности, поэтому чтение карт, их использование в качестве средства познания можно рассматривать как анализ, изучение, преобразование, сопоставление картографических образов. Следует добавить, что картографический образ, его рисунок, геометрия, структура могут восприниматься (распознаваться) и читающими автоматами. Вообще говоря, распознавание картографических (графических) образов — основа автоматизации многих процессов изготовления и использования карт.

Для того чтобы представить механизм формирования картографических образов, рассмотрим простой пример. Допустим, что при

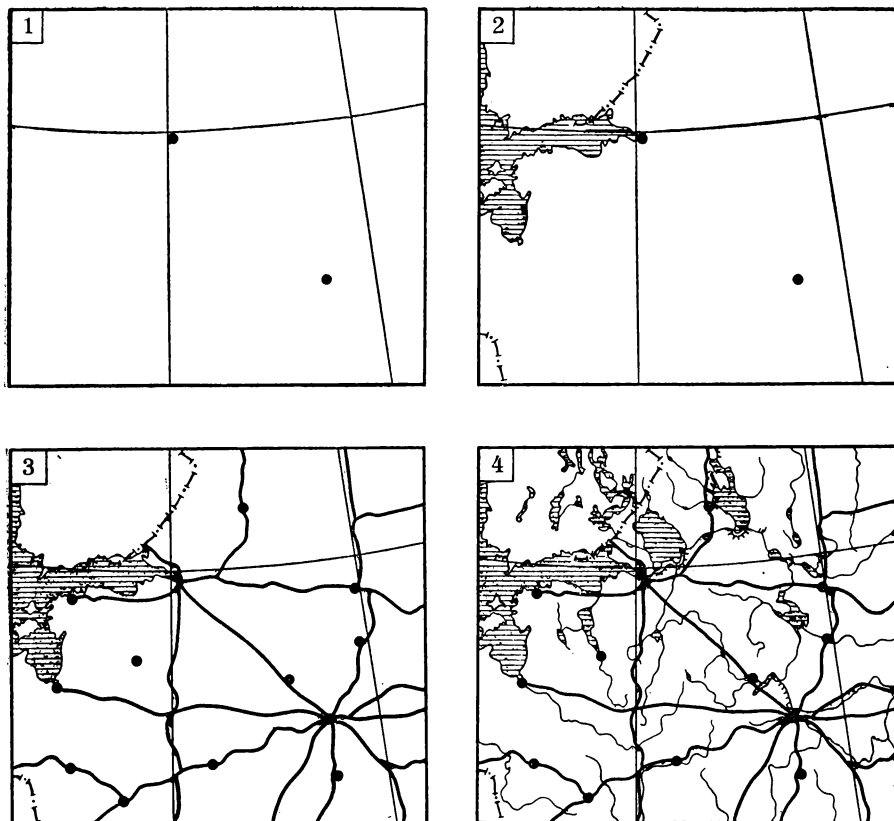


Рис. 24. Формирование картографических образов. Появление на карте новых знаков значительно увеличивает количество картографических образов.

составлении карты с источника на оригинал нанесены пунсоны, обозначающие два населенных пункта *A* и *B* (рис. 24). Тогда у читателя карты возникает представление о местоположении этих двух пунктов, а также о расстоянии между ними и еще о том, что один пункт расположен севернее, а другой — южнее. Заметим, что картограф поместил на карту только два элемента (два пункта), а информация об их взаиморасположении появилась как следствие пространственного отношения этих двух элементов.

Два знака дали читателю несколько весьма простых картографических образов: 1) местоположение пункта *A* относительно географических координат и пункта *B*; 2) местоположение пункта *B* относительно географических координат и пункта *A*; 3) расстояние между пунктами, их взаимная удаленность; 4) направление линии *AB* (или *BA*).

Если далее на карту нанести условный знак береговой линии так, что она коснется пунсона *B*, то возникнут новые картографи-

ческие образы, а вместе с ними и новая информация: «населенный пункт у моря» или «порт B », а расстояние AB можно трактовать как удаленность пункта A от порта B . Последовательно нанося на карту знаки реки, озера, железной дороги, государственной границы, картограф многократно увеличивает количество картографических образов, формируя из них определенную систему в соответствии с масштабом, назначением, тематикой составляемой карты. Например, сочетание населенного пункта, береговой линии и железной дороги говорит о транспортном узле, расположение города возле границы — о пограничном пункте. По сочетанию знаков можно судить о том, близко или далеко находится город от железной дороги, близко или далеко проходит железная дорога от государственной границы и т. п. Вся эта информация не наносится на карту непосредственно, она «вычитывается» из взаимного соотношения, «взаимодействия» знаков, из тех сочетаний, которые они образуют, т. е. через посредство картографических образов.

Важно отметить, что все картографические образы, возникающие у читателя, не есть нечто абстрактное или умозрительное. Любая пространственная комбинация может быть измерена по карте, представлена в строгой количественной форме, например можно указать азимут линии AB , расстояние от города до побережья, до границы в любом направлении. Это еще раз подтверждает полную объективность существования картографических образов, свидетельствует о возможности их математического описания и моделирования, а на более высоком уровне — автоматического распознавания.

На топографических картах картографические образы формируются за счет упорядоченного рисунка горизонталей, согласованного изображения гидрографической сети. На тематических картах для этого применяются группировки знаков, отображающие природно-территориальные комплексы, системы расселения, обслуживания, транспортные сети, экономические структуры. Так, продуманный выбор размеров значков, их группировка и целенаправленная генерализация позволяют по рисунку судить о типе расселения (роевое, дисперсное, компактное, линейное и т. п.) или о характере природных структур (древовидные, параллельные, пятнистые и др.).

Некоторые типичные картографические образы природных явлений представлены на рис. 25. Геометрический рисунок позволяет судить не только о внешнем облике объекта, о морфологии, но также и о его генезисе, о факторах, сформировавших тот или иной рисунок.

Совмещение разных знаков позволяет получать новые картографические образы за счет их взаимного пересечения. Этот прием часто используют на зоогеографических и медико-географических картах. Так, наложение ареалов распространения эпидемий и размещения грызунов создает впечатление связи этих явлений (такая взаимосвязь существует на самом деле), а показ этих же ареалов на ландшафтной основе позволяет связать заболеваемость и местобитание грызунов с природными предпосылками. Наложение

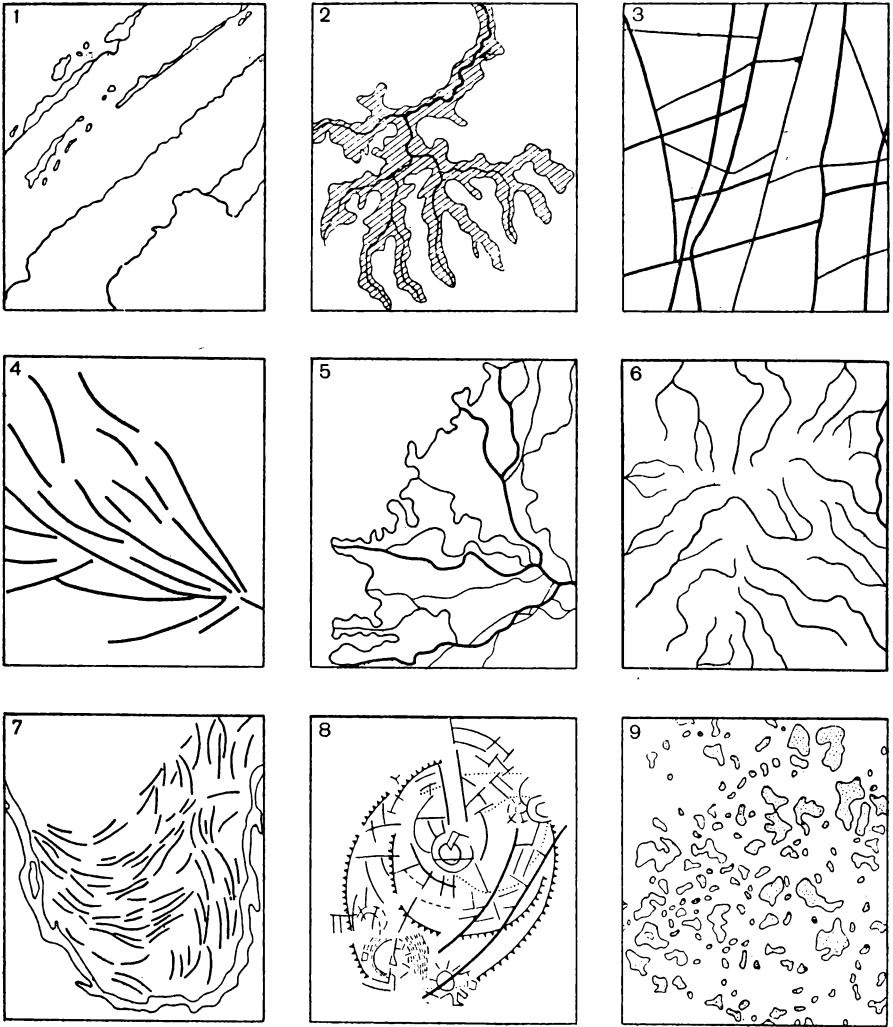


Рис. 25. Типичные конфигурации природных объектов. 1 — параллельный рисунок (гидрографическая сеть Приобского плато); 2 — древовидный рисунок (почвенные ареалы в речной долине); 3 — решетчатый рисунок (разломы Южного Предбайкалья); 4 — веерный рисунок (разрывные нарушения в Восточном Саяне); 5 — веерный рисунок (дельта р. Селенги); 6 — радиальный рисунок (гидросеть на Путоранском сводовом поднятии); 7 — дугообразный рисунок (пойменные гривы в излучине р. Вилуй); 8 — кольцевой рисунок (кольцевые структуры в Северо-Западном Казахстане); 9 — пятнистый рисунок (талые и мерзлые породы в районах многолетней мерзлоты в Центральной Якутии).

разных систем знаков, совмещение и перекрытие их — наиболее распространенный прием формирования картографических образов.



Рис. 26. «Пересечение» картографических образов. Ареал ольхи в Закавказье (Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР, 1976).

Возможность наложения, «пересечения» картографических образов на общей основе — особое свойство картографической модели, выгодно отличающее ее от многих других моделей. Такое наложение различных образов совершенно немисливо для описаний, которые дают последовательное изложение событий, где факты и характеристики следуют одна за другой, не пересекаясь друг с другом. В определенной форме это свойство проявляется на аэро- и космических снимках, на которых разные явления, совмещаясь, создают интегральное изображение, но в то же время, пересекаясь, они затушевывают друг друга. Раздельное их восприятие весьма затруднено, поскольку они совмещены «механически», к ним не прикоснулась рука картографа.

В некоторых картографических произведениях совмещение, «пересечение» знаков служит главным средством изображения. Например, в «Атласе ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР» (1976) все ареалы показаны на фоне карты растительности. Пример одной из таких карт приведен на рис. 26. На ней показана область распространения одного из видов ольхи (ольхи бородастой) в пределах Закавказья. Эта влаголюбивая и светолюбивая порода растет преимущественно на низменностях и в прибрежных лесах, а в горах распространена лишь до среднегорного пояса. Местонахождение ольхи показано на фоне карты растительности, что позволяет наглядно судить о закономерностях размещения аре-



Рис. 27. Выделение разных изобразительных планов. Размещение полезных ископаемых на востоке европейской части СССР.

ала и даже делать прогноз о других возможных районах распространения ольхи. Так совмещение нескольких явлений расширяет познавательные возможности карты.

Эффективным средством формирования картографических образов является выделение на карте разных изобразительных планов, когда одни образы подаются в качестве главных и «сообщаются» читателю в первую очередь, а другие как бы отводятся на второй план. Этот прием позволяет наметить некоторую соподчиненность картографических образов. Примерами могут служить показ месторождений полезных ископаемых на фоне тектонических областей (рис. 27) или изображение климатических показателей на фоне рельефа, данного отмывкой.

Следует иметь в виду, что при таком совмещении могут возникать искажения (ложные картографические образы), если одно или несколько совмещаемых или соседствующих изображений будет искажены. Например, необоснованный сдвиг береговой линии или реки при генерализации может дать ложное представление о близости (или об удаленности) города от моря или реки. Неверное обобщение элементов тектонического строения на карте полезных ископаемых поведет к неправильному представлению о приуроченности месторождений к тем или иным структурам, а показ ареалов лекарственных растений на фоне восстановленной растительности без учета освоения территории, ее распаханности

может создать ложное представление об их приуроченности к тем или иным растительным ассоциациям.

Картографические образы могут быть элементарными, образованными всего одним-двумя знаками, либо сложными, составленными комбинацией множества знаков. По точности они делятся на точные, схематические (приближенные) и искаженные (ложные, фиктивные). С точки зрения получения информации можно выделить явные картографические образы, т. е. такие, которые сразу воспринимаются читателем карты, и скрытые, для распознавания которых требуется понять неявные отношения и связи между знаками. Это деление, конечно, условно. Обнаружение явных и неявных картографических образов в сильной степени зависит от уровня подготовленности, знаний, тренированности читателя карты. То, что для малоискушенного читателя останется «неявным», другому, опытному исследователю может показаться вполне очевидным.

Картографические образы различаются и по своей контрастности. Они бывают однородными, т. е. близкими по структуре, морфологическому облику, конфигурации, графическому рисунку и оформлению. На фоне однородных обычно четко проявляются контрастные картографические образы. Часто они имеют облик аномалий. Известные в географических исследованиях способы выявления на картах аномалий на фоне общих закономерностей как раз связаны с распознаванием и выделением контрастных картографических образов. Следует заметить, что наиболее информативный элемент картографических образов — их конфигурация.

Картографическую информацию нельзя свести к графической нагрузке карты, к количеству условных знаков, частоте их появления или степени разнообразия. *Картографическая информация есть результат восприятия картографических образов.* Это означает, что информация, получаемая с карты, носит образный характер и она всегда возникает в системе карта — читатель карты. Заметим, что картографические образы (геометрические рисунки, узлы, структурные и рубежные линии) могут в принципе распознаваться и автоматическим читающим устройством. В этом случае также можно говорить о картографической информации, возникающей в системе карта — читающее устройство. По-видимому, качественно и количественно эта информация будет отличаться от той, которую получает человек. Сейчас об этом судить сложно, поскольку внедрение в картографию читающих автоматов — дело неблизкого будущего. Слишком сложен сам процесс чтения.

В соответствии с изложенным здесь пониманием картографической информации отметим, что она возникает не из знаков как таковых, а из формируемых ими комбинаций. При этом сами знаки (изобразительные средства) могут быть разными, например населенные пункты на рис. 24 можно изобразить пунсонами, звездочками или квадратиками, железную дорогу — одинарной или двойной линией, а картографический образ от этого не изменится, его инварианты останутся прежними.

В большинстве случаев выбор какого-либо конкретного знака среди множества обозначений определяется традицией, эстетическими установками, имеющимися субъективными представлениями о восприятии знаков читателями. И все же нельзя сказать, что выбор тех или иных изобразительных средств совершенно независим от характера картографических образов. Дело в том, что значительную роль в их восприятии играет ассоциативное воспроизведение прошлых, привычных, виденных раньше образов, как картографических, так и некартографических. Именно поэтому определенный эффект достигается при использовании на карте сходственных (естественных) цветов, скажем, зеленого — для леса, синего — для воды и т. д. или применение знаков, напоминающих объект по форме, плановой конфигурации.

С этой точки зрения часто повторяющиеся, привычные, традиционные или стандартные обозначения способствуют быстрому формированию у читателя привычных картографических образов. Преимущество таких знаков — *быстрота реакции читателя* карты, быстрота и эффективность восприятия содержания карты. Поэтому многие картографы ратуют за простые изобразительные средства, обеспечивающие легкое запоминание, скорое визуальное восприятие и распознавание картографических образов. Но, с другой стороны, оригинальные, непривычные знаки способны вызвать у читателя новый, неожиданный картографический образ, породить оригинальные идеи, натолкнуть на смелые сопоставления и аналогии. Достоинство таких обозначений — *новизна реакции читателя*.

Все, что сказано о соотношении картографических знаков, образов и информации, можно записать следующим выражением: картографический знак → картографический образ → картографическая информация. Эта последовательность отличается от той, что принята в теории информации, где принято соотношение: знак (сигнал) → информация. Отличия заложены в самой сущности карты, как образно-знаковой модели.

Заметим, что между картографическим образом и картографической информацией не существует полного и однозначного (функционального) соответствия. Один и тот же образ, но по-разному воспринятый и истолкованный читателем, способен дать разную информацию. Например, изображение на топографической карте болотистой местности дает одному исследователю информацию о почвенно-растительном покрове, а другому — об инженерно-геологических условиях и пригодности территории для тех или иных видов строительства.

Все это хорошо известно всем, кто когда-либо пользовался картами. Ведь восприятие действительности всегда субъективно, всегда окрашено эмоциями читателя, подчинено его целевым установкам. Но об этом нередко забывают, полагая, что между знаками, нанесенными на карту, и информацией, извлекаемой читателем, существует полное и однозначное содержательное соответствие, которое можно оценить теми или иными формальными количественными критериями.

Субъективный характер картографической информации в том как раз и проявляется, что разные люди, пользуясь одними и теми же картами, извлекают разную, необходимую им информацию.

ЧТЕНИЕ КАРТ

Чтение карты — основа всех способов извлечения информации, будь то школьное обучение, научное исследование или принятие важных народнохозяйственных решений. Чтение карты — необходимый процесс при ориентировании, определении картометрических и других количественных показателей, при составлении и генерализации карт, математико-картографическом моделировании. В любом случае все начинается с визуального просмотра и чтения карты.

В этом процессе различаются три этапа. На первом осуществляется предварительный просмотр изображения и получение начальной картографической информации, это так называемое первое чтение. На следующем этапе происходит уточнение и детализация картографических образов, расширение объема картографической информации. Знакомясь с картой, читатель постепенно самообучается, привыкая к способам изображения, точнее ориентируясь в системе обозначений, постигая детали конфигурации и взаимосвязи между изображенными явлениями. На третьем, заключительном этапе выявленные картографические образы фиксируются, закрепляются в сознании читателя, между ними устанавливаются определенные связи, происходит содержательная интерпретация воспринятой картографической информации.

Несомненно, есть различия в характере чтения при общем просмотре карты, изучении объектов и деталей изображения, сопоставлении их в пределах одной карты или сравнении разных карт, но важно подчеркнуть, что *в любом случае чтение карт выполняется с определенной, заранее поставленной целью*. Эта цель бывает различной у школьника, еще не привыкшего свободно ориентироваться в многообразии картографических образов, или у исследователя, постоянно пользующегося картами, «набившего глаз» в распознавании нужных объектов. Цель может быть сформулирована четко в виде конкретного задания или выражена в неявной, интуитивной форме, но она всегда присутствует в процессе чтения карты.

Механизм целенаправленного чтения карт представлен на схеме (рис. 28). Предварительно бегло просматривая изображение, перемещая взгляд от одного знака или группы знаков к другим, сравнивая их, возвращаясь еще раз к «приметным» особенностям, прослеживая отдельные элементы, читатель оценивает знаки, детали конфигурации, взаимные отношения. При этом он либо включает, либо не включает их в формируемый им первичный картографический образ. Предварительный просмотр решает две взаимосвязанные задачи: во-первых, получение представления об общем фоне картографического изображения, а во-вторых, поиск,

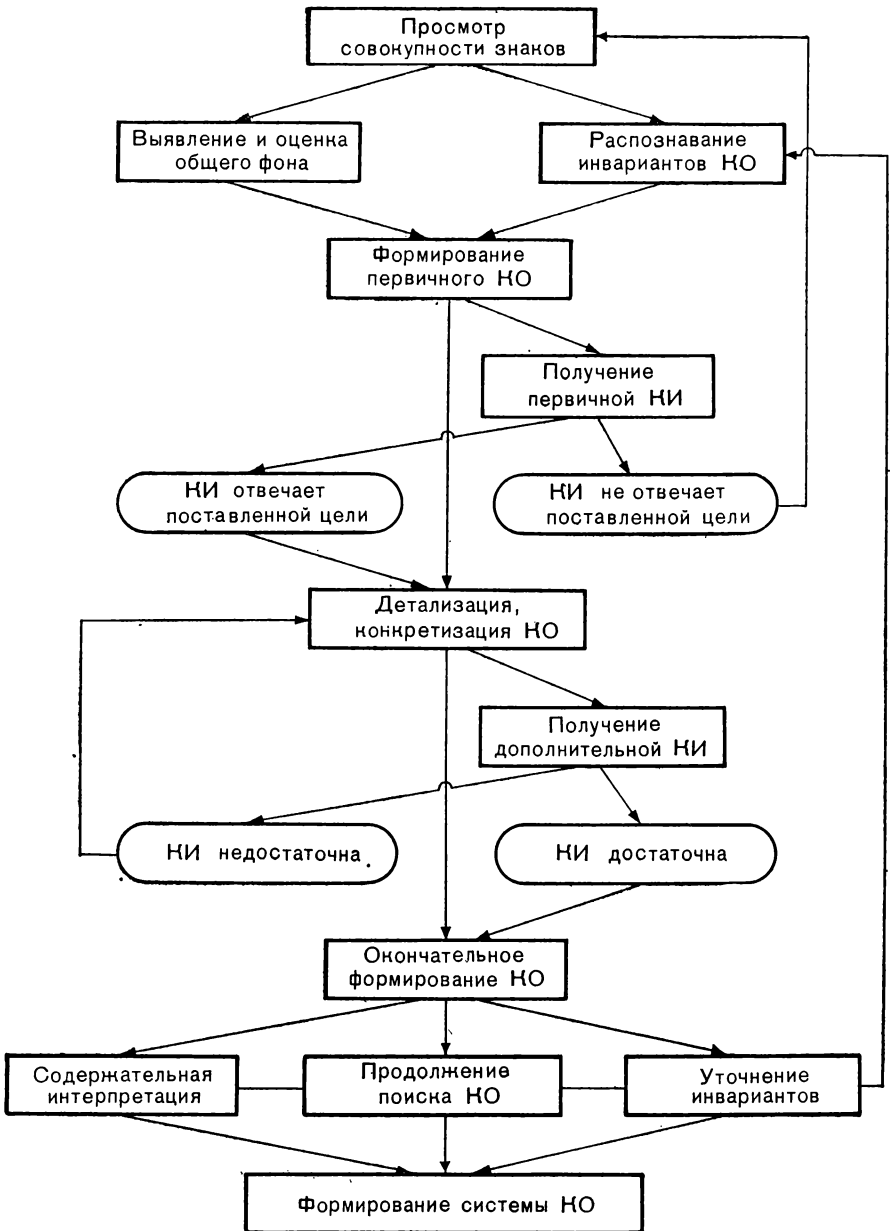


Рис. 28. Схема процесса чтения карт.

перебор и прослеживание инвариантов картографического образа. Внимание читателя привлекают характерные структурные и рубежные линии, узловые точки и области. Он старается уяснить закономерности их организации, которые служат ему основой для формирования первичного картографического образа и получения первоначальной картографической информации.

Естественно, процесс чтения ускоряется, если читатель подготовлен, натренирован в обращении с картами, если они для него привычны, а также если он располагает предварительными представлениями и знаниями об искомом объекте.

Далее осуществляется оценка полученной картографической информации с точки зрения того, соответствует или не соответствует она поставленной цели. Может случиться, что внимание читателя привлечет картографический образ, имеющий малое отношение к существу поставленной задачи. Тогда полученная информация отбрасывается, и поиск возобновляется. Если же информация хоть в какой-то степени отвечает цели, то читатель старается прочнее «зацепиться» за найденный и нужный ему картографический образ, закрепить его в памяти. Он приступает к уточнению и детализации узлов, структурных и рубежных линий, выстраивает их в систему, продолжая в то же время зрительный перебор знаков. Иначе говоря, он отыскивает и организует другие аналогичные картографические образы.

Поступление этих образов между собой дает представление о некоем обобщенном картографическом образе, который затем служит читателю как бы нормой, эталоном для дальнейших поисков и сравнений. Как только удалось сформировать такой обобщенный картографический образ, сразу процесс распознавания значительно облегчается, ускоряется и речь идет уже о сопоставлении знаковых комбинаций с эталоном. Таким образом, чтение карты, распознавание картографических образов и получение искомой информации связано с непрерывным самообучением читателя, развитием у него навыков поиска и фиксации картографических образов данного типа.

Получение по карте информации сопровождается ее оценкой. Читатель все время решает, достаточна ли эта информация для достижения поставленной цели или необходим дальнейший поиск. Он сортирует и отбрасывает постороннюю и избыточную информацию, вновь и вновь уточняет и корректирует картографический образ.

Наконец, когда, по мнению читателя, цель достигнута, происходит окончательное закрепление картографического образа, после чего начинается этап его содержательной интерпретации. Еще раз уточняются и проверяются инварианты, оцениваются однородность и контрастность картографического образа на общем фоне, дается истолкование его конфигурации и взаимосвязей, степени расчленения и других особенностей рисунка. Читатель старается по внешним морфологическим особенностям графического изображения проникнуть в его суть, расшифровать его связи с другими

элементами картографического изображения, понять общие причины, сформировавшие именно такой образ.

Повторение этих этапов, самообучение читателя, последовательное совершенствование его навыков в процессе чтения — все это целенаправленно ориентировано на распознавание и формирование *целостной системы картографических образов*, отвечающей поставленной задаче.

Таким представляется сложный механизм чтения карт. Он разложен здесь на отдельные операции, а на самом деле — это единый процесс, который протекает очень быстро, иногда в считанные секунды.

Глава V. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ

Сидя перед развернутыми картами, под зеленым абажуром нашей лампы, Бернис снова чувствовал себя школьником. Но его теперешний учитель открывал ему живую тайну каждого клочка земли. Неведомые страны уже не были мертвыми цифрами,— это были настоящие луга в цветах, ... это были настоящие песчаные пляжи ...

Антуан де Сент-Экзюпери

... все, что существует в природе, подчинено необходимому условию быть измеряемому ...

Н. И. Лобачевский

ИЗ ИСТОРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ

В современной картографии использование карт — это раздел, в котором изучается теория и методы применения картографических произведений в практической, научной, культурно-просветительной, учебной деятельности.

Способы использования карт для научного познания, извлечения из них новой информации и практической деятельности развиваются уже не одно столетие. Об этом свидетельствуют и литературные источники. Так, шекспировский король Лир, задумав поделить свои владения между дочерьми, воскликнул: «Подайте карту мне. Узнайте все: мы разделили край наш на три части...» — и по карте указал границы этих наделов. Во всяком случае, возможность практического использования карт, атласов и глобусов не является открытием современной картографии. Они всегда применялись для ориентирования в пространстве, путешествий по суше и морю, межевания земель, фиксации разнообразных сведений, оценки и познания окружающего мира, измерений и исчислений.

В первобытном обществе, задолго до зарождения письменности, картографические рисунки служили для чисто утилитарных целей, связанных с охотой, выпасом животных, поиском водных путей, троп, ориентиров. В Древнем Египте, Греции и Риме уже были известны простейшие способы определения по картам расстояний, подсчета площадей земельных угодий. Сопоставлялись их размеры, оценивались ориентировка и форма изображенных на картах объектов. В средние века, особенно в эпоху Великих географических открытий, карты стали насущно необходимы мореплавателям, землепроходцам, купцам. Развитие мореходства вызвало к жизни целую систему весьма совершенных по тому времени методов использования карт. Великий картограф средневековья Герард Меркатор, которого называли «королем картографов», хорошо сознавая необходимость практического использования создаваемых им карт, глобусов и атласов, сопровождал их весьма подробными наставлениями и указаниями по применению. Прямо на картах он помещал подробные пояснения по измерению расстояний и чертежи для определения азимутов и прокладки курса корабля. На Руси в период объединения раздробленных княжеств и уделов

в единое государство географические чертежи (предшественники первых карт) широко использовались для создания единой картины «ближних и дальних» земель, получения сведений о соседних странах и народах, воевавших и торговавших с Русью.

К XVIII — XIX вв. относятся первые опыты применения карт в научных исследованиях. По картам были установлены многие крупнейшие природные закономерности, в частности открыта географическая зональность. Интересны работы отечественных географов, картографов и геодезистов по использованию карт для исчисления площади государства Российского. Эти исчисления требовали немалой изобретательности. Они отличались от многих подробных исследований, выполненных в других странах, прежде всего по причине огромных размеров государства. Исследователям приходилось пользоваться картами разных масштабов и разной достоверности. Европейская часть России всегда была лучше обеспечена картами, чем азиатская, поэтому требовались увязка данных, оценка их точности и сопоставимости для столь обширной территории. Измерения проводились многократно в Петербургской Академии наук, причем всякий раз появление новых картографических материалов требовало корректировки прежних результатов. Все это способствовало созданию целой школы русских картометристов и совершенствованию методов измерения по картам.

Центральная фигура в истории использования карт в России — Алексей Андреевич Тилло (1839—1899) — выдающийся географ, картограф и геодезист, автор первых гипсометрических карт европейской России, видный деятель Русского географического общества, генерал-лейтенант и член-корреспондент Петербургской и Парижской Академий наук. Первые работы А. А. Тилло, где карты были применены как инструмент научного исследования, посвящены изучению магнитных полей Европейской России. Он сравнивал и проанализировал несколько разновременных магнитных карт и на основании сопоставления пришел к выводу о закономерностях годичных и вековых колебаний магнитных полей, выявил крупные магнитные аномалии. Среди этих аномалий его внимание привлекла обширная Курско-Белгородская аномалия, и А. А. Тилло предположил, что она связана с геологическим строением района. Так, с помощью карт он предвосхитил обнаружение богатейших железорудных месторождений в районе Курска и Белгорода.

А. А. Тилло изучал по картам глобальные закономерности: он определил по гипсометрическим картам «главный водораздел мира», разделяющий сток в Тихий и Атлантический океаны, вычислил геометрические центры материков, определил средние высоты и средние глубины широтных поясов на земном шаре, открыл «критические параллели», для которых характерны тектонические движения высокой интенсивности, проанализировал распределение геологических пород на континентах и т. д. По составленным им гипсометрическим картам А. А. Тилло выявил закономерную связь рельефа европейской России с геологическим строением, с

распределением ледниковых отложений и даже обратил внимание на любопытный факт — «орографическую predeterminedность» деления Русской земли на четыре исторические области: озерную Новгородскую, Западно-Двинскую (кривскую и полоцкую), Днепровскую (собственно Русь) и Верхне-Волжскую (Ростовскую).

Классическими можно считать картометрические труды А. А. Тилло. Он провел огромные по объему работы, измерив длины рек и площади речных бассейнов в пределах Европейской, а затем и Азиатской России. О размахе картометрических работ свидетельствует такая цифра: только в азиатской России были измерены площади бассейнов и длины свыше 3 тыс. рек. Картометрические труды А. А. Тилло были продолжены его сотрудниками С. Д. Грибоедовым и Ю. М. Шокальским, а позднее Н. М. Волковым, А. К. Маловичко, И. Г. Знаменщиковым и другими.

Интересы А. А. Тилло простирались от сравнения разновременных магнитометрических карт до историко-географических исследований и от картометрических определений до изучения планетарных закономерностей. Справедливо поэтому будет считать его одним из основоположников научного метода использования карт. Его работы всегда отличал взгляд на карту как на инструмент точного исследования, средство получения массовых количественных показателей, способ математизации географии. Им сказана знаменательная фраза, которая вполне актуально звучит и в наши дни: «География тогда только выходит из младенческого состояния, когда основой ей служит топография»¹. Под топографией он разумел весь комплекс съемочных, картосоставительских и картометрических работ.

Современники А. А. Тилло внесли заметный вклад в развитие методов использования карт для научных исследований. Геолог А. П. Карпинский, ставший после революции Президентом Академии наук СССР, изучил по картам глобальные закономерности распределения материков и горных систем; известный географ Д. Н. Анучин, основатель географической специальности в Московском университете, сопоставил гипсометрические и геологические карты Европейской России и впервые обнаружил «следы зависимости рельефа от древних дислокаций» земной коры. Вообще развитие методов использования карт в России в конце прошлого столетия отличалось тесным сотрудничеством картографов и геодезистов, геологов и географов. С разных позиций, но с одинаковым вниманием и тщательностью анализировали они карты, развивая тем самым комплексный подход к их использованию на стыке разных наук.

Советские картографы, географы, геологи, геофизики продолжили эту традицию. Методы картометрии были развиты видным советским географом, океанографом и картографом Ю. М. Шокальским, разработавшим теорию измерений и оценки точности

¹ Тилло А. А. Орография Европейской России на основании гипсометрической карты.— Известия Русск. геогр. общ., 1890, т. 26, вып. 1, с. 3.

картометрирования. За работы по определению длин рек азиатской части Советского Союза и способ измерения рек на картах он был в 1930 г. удостоен премии Парижской Академии наук. Ю. М. Шокальский видел в карте не только источник точной количественной информации, он рассматривал ее как основное средство выявления пространственных закономерностей и связей в географии, особенно в близкой ему науке — океанографии. Он писал: «Карта есть главнейшее орудие для географа. При ее помощи он подготавливает свои исследования, на нее наносит свои результаты, которые, в свою очередь, будут ему служить для дальнейшего движения вперед. Карта есть то удивительное орудие изучения земного шара, которое одно только и сможет дать человеку дар провидения. Только при ее помощи он и может обнимать одним взглядом иначе необозримые протяжения, видеть строение рельефа океанического ложа, расположение пластов, слагающих земную кору, изучать распределение элементов на различных глубинах в Мировом океане, в высотах, в атмосфере. Положительно не существует в географии такого вопроса, который не нуждался бы в карте как необходимейшем пособии, и потому географу надо владеть картой в безукоризненности»¹.

В советское время быстро прогрессировала экономическая и социальная география, у истоков которой стоял выдающийся ученый Н. Н. Баранский, придававший карте и картографическому анализу первостепенное значение. Он подчеркивал, что картографирование играет в экономической географии важную методологическую роль. Карта фиксирует природные условия, особенности экономики и расселения с полнотой, точностью и детальностью, которые совершенно недоступны текстовому географическому описанию. Очень важно, подчеркивал Н. Н. Баранский, что экономическая карта заставляет географа перенести основной упор с констатации размещения на его объяснение. Тем самым использование карт выступает в роли фактора, организующего и направляющего исследовательскую деятельность географа. Карта необходима не только для проведения научных исследований в поле, но и в «тиши научного кабинета», где с ее помощью можно обнаружить географические закономерности в пространственном размещении, соотношении и сочетании явлений, которые ускользают от наблюдателя на местности. Н. Н. Баранский подчеркивал, что главная особенность географического мышления состоит в том, чтобы «класть свои суждения на карту», проверяя тем самым географичность получаемых результатов и выводов.

Разработка теории и методики использования карт для познания окружающего мира неразрывно связана с именем К. А. Салищева. Впервые идея о применении карт как особого метода исследования была высказана им в 1948 г., а затем последовательно развита во многих статьях, учебниках, монографиях. «Суть карто-

¹ Цит. по кн.: Андреева Е. Ю. М. Шокальский — океанограф, метеоролог, географ. Л., 1956, с. 40—41.

графического метода состоит во включении в процесс исследования промежуточного звена — географической карты как модели изучаемых явлений. При этом карта выступает в двойной роли: в качестве средства исследования и как его предмет в виде модели, заменяющей собой реальные явления, непосредственное изучение которых невозможно или затруднительно. Ярким примером подобных явлений могут быть географические закономерности глобального масштаба. Полученные таким образом (по картам) выводы и знания относятся к соответствующим объектам действительности»¹.

Благодаря работам К. А. Салищева, его учеников и последователей проблемы использования карт и картографического метода исследования составили теперь особое научное направление в советской и мировой картографии. Немалый вклад в разработку этого направления внесли А. Ф. Асланикашвили, А. В. Гедымин, А. П. Золовский, А. Г. Исаченко, А. И. Преображенский, Е. С. Фельдман, Ю. С. Фролов, В. А. Червяков, В. П. Шоцкий и многие другие. Сегодня использование карт — большой и активно развивающийся раздел картографической науки и практики.

Знаменательно, что в последние десятилетия в развитии этого раздела активно участвуют не только картографы, но и географы разных специальностей, геологи, геофизики, математики, историки, социологи, экономисты, этнографы, представители других наук о Земле и обществе.

В физической географии картографический метод стал, по выражению академика К. К. Маркова, «сквозным» и универсальным наряду с геофизическим, геохимическим и математическим. По картам исследуют природные условия и ресурсы, создают долгосрочные географические прогнозы, изучают природу Мирового океана. Внимание, которое уделяется сейчас исследованию морей и океанов, дало мощный толчок развитию картографического метода. Природа океана и происходящие в нем процессы сильно варьируют в горизонтальном и вертикальном направлениях, они очень динамичны, и все это требует картографического анализа.

Существенный вклад в методику использования карт всегда вносили геологи и геоморфологи. Это закономерно, потому что геологические, поисковые, геофизические исследования в значительной мере опираются на информацию, почерпнутую с топографических и гипсометрических карт. Они применяются прежде всего для прогноза и поиска полезных ископаемых, для решения проблем, связанных с рациональным природопользованием, охраной земель, вод, растительности и животного мира.

Значительное развитие методы использования карт получили в трудах гидрологов в связи с изучением речных систем и бассейнов, эрозионных процессов, строения и динамики русел рек. Большая заслуга здесь принадлежит С. Д. Муравейскому. Его исследования по морфометрии озер и рек — классический образец сочетания картографического и математического методов.

¹ С а л и щ е в К. А. Картоведение. Изд-во МГУ, 1976, с. 286.

Биогеографы и медико-географы ввели особые приемы анализа карт, разработанные в биологии, точнее, в ее «количественном» разделе — биометрии. А экономико-географы обогатили методику использования карт многими приемами, заимствованными из экономики. Решение экономико-географических задач породило новые приемы анализа карт промышленности и сельского хозяйства, расселения, путей сообщения, сетей обслуживания и др.

В последние годы все возрастающий интерес к анализу карт стали проявлять историки, археологи и этнографы. Ими разработаны оригинальные методы историко-географических и социально-исторических реконструкций, с помощью которых по картам восстанавливают исторические ситуации, собирают дополнительные сведения, выявляют и проверяют новые факты.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Карты, как уже говорилось, широко используются в различных сферах человеческой деятельности. В научных изысканиях применяется особый научно-исследовательский метод — картографический метод исследования, суть которого сводится к использованию карт для познания изображенных на них явлений.

Современный картографический метод исследования располагает большим числом приемов для изучения самых разнообразных свойств объектов, определения их количественных характеристик, закономерностей размещения в пространстве. Существуют способы, позволяющие анализировать большие серии карт и выявлять по ним связи между разными явлениями или проследивать их динамику.

Как уже говорилось, наибольшее развитие издавна получила картометрия. Долгое время она даже считалась самостоятельным разделом картографии. Сравнительно недавно, примерно с середины 50-х годов, стали широко привлекать математическую статистику, и за короткий срок в этом направлении достигнут выдающийся прогресс. Сейчас почти все разделы математической статистики и теории вероятностей применяются в картографическом анализе. Их внедрение способствовало преодолению некоего психологического барьера. Широким кругам картографов и читателей карт стало ясно, что применение числа и меры открывает принципиально новые возможности в решении по картам научных и практических задач. Более того, стало казаться, что внедрение математических методов — это лучший, наиболее перспективный способ познания природных и социально-экономических явлений. Такая точка зрения оказалась очень привлекательной, это повело к тому, что в картографический анализ стали один за другим вводиться и другие разделы математики: численный анализ, теория информации, теория графов, математическая логика и др.

Все это совпало с общей тенденцией математизации географии, которая открывала перед ней новые возможности и горизонты. Предполагалось, что математизация обеспечит «широкое и непре-

нужденное построение в математической форме гипотез, математических моделей, с помощью которых современная география вскрывает, воображая, соображая и догадываясь, законы пространственного размещения, сочетания и взаимодействия сложно связанных друг с другом объектов природы и общества»¹.

Практика показала, что процесс математизации исследований, в частности исследований по картам, сложен и подчас противоречив. Главные трудности встретились не на пути овладения тем или иным формальным математическим аппаратом, а там, где требовалось его содержательное истолкование применительно к географическим объектам. Часть математических методов прочно вошла в картографический анализ, поскольку получила надежную географическую интерпретацию, другие так и не вышли из стадии «обнадеживающих экспериментов».

Развитие электронно-вычислительной техники и автоматизации укрепило надежды на то, что математические методы станут основным способом работы с картами. Хотя, надо признать, что сложности, связанные с автоматическим распознаванием и формальным описанием картографических образов, заставляют оценивать эти перспективы более осторожно. Некоторые математические модели и алгоритмы, вполне точные с формальной точки зрения, все еще трудно поддаются географической интерпретации, а значит внедрение их в картографический анализ требует известной осмотрительности. Здесь однако опасна и предубежденность против «математических сложностей», как будто бы противоречащих «здравому» картографическому смыслу. Математизация географических исследований — это веление времени, а картографический метод — одно из наиболее эффективных средств сближения географии с математикой на всех уровнях, начиная со школьного обучения и кончая государственным территориальным планированием.

Очень быстрое, лавинообразное расширение круга задач, решаемых с помощью картографического метода, порождает все новые и новые модификации приемов анализа карт. В каждой отрасли наук о Земле и обществе разрабатываются «свои» приемы работы с картами. Это происходит не от стремления к оригинальности и не от того, что ученые, работающие на разных направлениях, не осведомлены о достижениях в смежных отраслях. Все дело в нестандартности исследовательских задач, всякий раз возникающих перед учеными, в специфике изучаемых объектов, в свойствах самих карт. Поиск новых приемов работы с картами — объективный и безостановочный процесс, и конечно, не стоит надеяться, что когда-нибудь будет создана и отрегулирована система приемов, годная «на все случаи жизни», т. е. отвечающая требованиям и условиям любого исследования. Например, только в геолого-геоморфологических изысканиях сейчас используется около 60 различных приемов анализа карт (это без учета частных модификаций), а ме-

¹ Гуревич Б. Л., Саушкин Ю. Г. Математический метод в географии. — Вестник Моск. ун-та. География, 1966, № 1, с. 4.

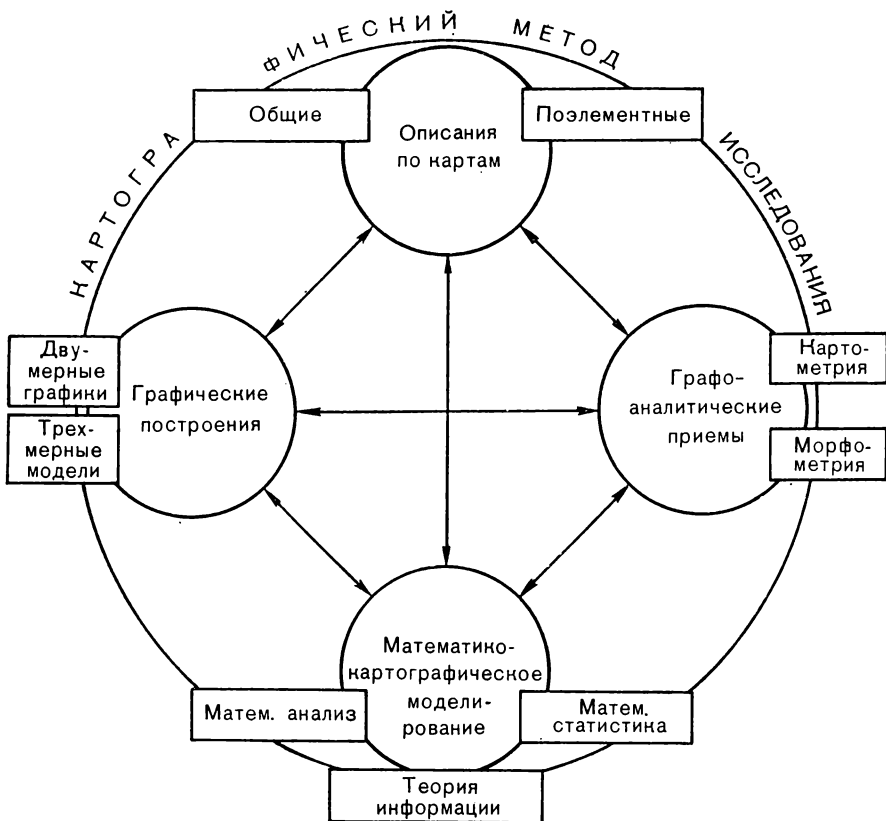


Рис. 29. Приемы анализа карт.

тодические изыскания при этом не только не ослабевают, но даже и усиливаются.

Рассматривая приемы, входящие в картографический метод исследования, можно классифицировать их по разным принципам, например выделить приемы, применяемые для изучения геологических, гидрологических, геоботанических, исторических явлений — это деление по объекту исследования. С другой стороны, можно классифицировать приемы по цели исследования: получение по картам количественных характеристик, анализ взаимосвязей, изучение динамики явлений, прогноз и т. д.

С практической точки зрения целесообразно видеть техническую сторону приемов работы с картами, разделять их по степени сложности: от простого качественного анализа к более сложному и «тонкому» количественному исследованию. В соответствии с таким принципом назовем четыре основные группы приемов (рис. 29): 1) описание — способ качественной характеристики явлений, изображенных на карте, позволяющий получить сколь угодно общее

представление об изучаемом объекте; 2) графические приемы анализа карт, включающие построение по ним разного рода двумерных и трехмерных графиков, диаграмм и блок-диаграмм; 3) графоаналитические приемы (картометрия и морфометрия), которые предназначены для производства по картам измерений и количественных определений; 4) математико-картографическое моделирование, сущность которого состоит в построении и исследовании математических моделей по данным, снимаемым с карт.

Приемы анализа карт образуют целостную систему, позволяющую подойти к объекту с разных сторон. Главная черта этой системы — взаимосвязь и взаимная дополняемость приемов. Во всяком исследовании они используются не порознь, а в совокупности. Например, визуальное изучение картографических образов и качественное их описание дополняют картометрическими определениями, а полученные в результате количественные характеристики используют для статистической обработки и математико-картографического моделирования.

Вся система приемов анализа карт может быть использована либо для изучения отдельного картографического изображения, либо для серий карт и атласа. В первом случае возможны три способа работы с картой: 1) изучение картографического изображения без его преобразования, т. е. анализ карты, такой, какая она есть с помощью чтения, описания, графических построений и картометрирования; 2) преобразование картографического изображения, которое позволяет трансформировать исходную карту в вид, наиболее удобный для данного конкретного исследования; 3) разложение картографического изображения на составляющие, выполняемое с целью вычленения каких-либо закономерностей, особо интересующих исследователя, углубленного изучения общего плана и аномалий в размещении явлений.

Работа с сериями карт и атласами включает: 1) совместное изучение разновременных карт с целью повторного определения состояния и пространственного положения явлений, изучения их динамики и ритмики; 2) анализ карт разной тематики, когда ставится задача выявления и изучения взаимосвязей и взаимодействия явлений, представленных на разных картах, получение комплексных и синтетических характеристик, районирование территории; 3) сравнение карт-аналогов, т. е. карт, на которых показаны одни и те же явления, но в пределах разных, нередко весьма удаленных друг от друга территорий; по картам-аналогам выявляют сходство в пространственной организации явлений, сходные закономерности, общие черты развития; 4) изучение разномасштабных карт, которое направлено на выявление географических закономерностей и структур разного порядка — от локальных до глобальных.

На рис. 30 схематично показано соотношение тех или иных способов работы с картами и решаемых при этом исследовательских задач. Важно отметить, что во всех случаях, будь то простое получение по картам количественных показателей либо анализ

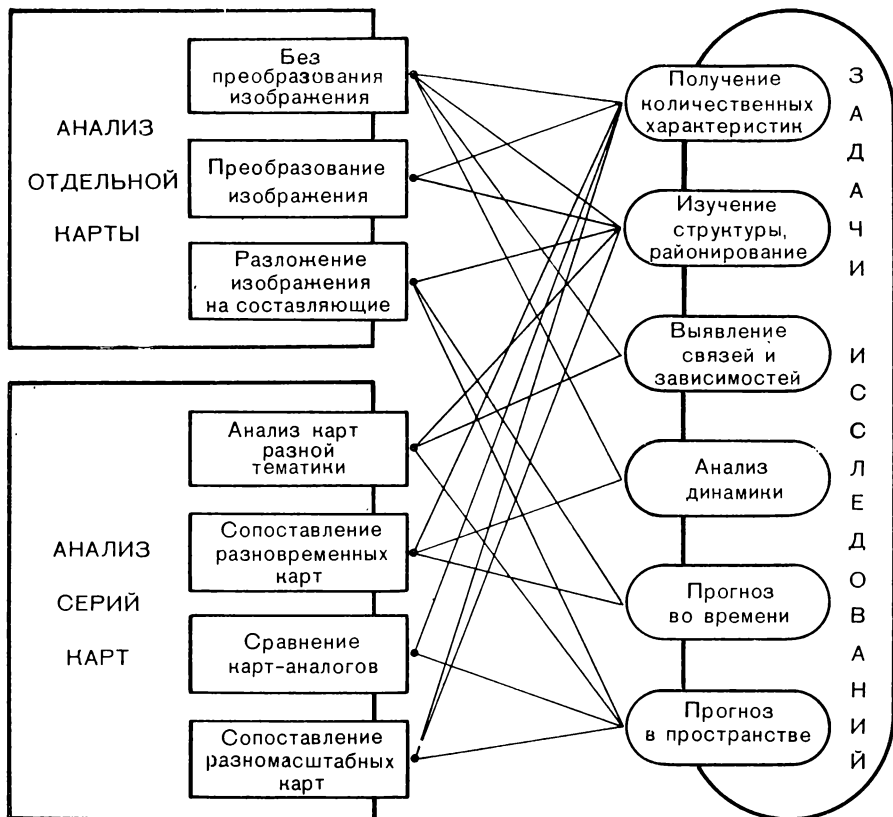


Рис. 30. Способы работы с картами и решаемые при этом задачи.

динамики и прогнозирование, применяются разные способы работы, их комбинации и сочетания.

ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОПИСАНИЯ ПО КАРТАМ

Визуальный анализ и описания по картам — традиционные и общеизвестные приемы. С их помощью выявляют наличие на картах тех или иных объектов, характеризуют их размещение и связи. Эти приемы дают в основном качественное представление об изучаемых объектах, хотя при визуальном анализе можно прочесть и многие количественные характеристики.

Несмотря на широкое внедрение математических методов, описания не утратили своего значения. Они имеют одно неоспоримое преимущество перед многими картометрическими, статистическими, аналитическими приемами, поскольку позволяют оперировать с целостным картографическим образом изучаемого явления, создавать о нем сколь угодно общее и, что особенно важно, образное

представление. Использование математического аппарата при работе с картами неизбежно связано с вычленением каких-либо свойств, качеств и отношений, исключением побочных факторов, расчленением целого на части, упрощением сложных связей и т. п. При этом часто получается так, что сложный математический аппарат требует введения множества предварительных условий и ограничений. Описания и визуальный анализ, оперирующие с целостным картографическим образом, от таких ограничений свободны.

Н. Н. Баранский писал, подчеркивая важность географических описаний: «Из необходимости аналитически углублять исследование отдельных элементов географической среды никак не вытекает необходимость забрасывать комплексные географические описания и характеристики стран и районов, а тем более ухудшать качество этих описаний и характеристик. Надо развивать и то и другое. Не вместо, а вместе»¹. Это высказывание в высшей степени справедливо и для описаний, составляемых по картам.

Хорошо известно, что опытный исследователь, обладающий солидными знаниями, осмысливая и анализируя картографический образ, приходит иной раз к таким выводам относительно структуры, внутренних связей и генезиса явлений, которые трудно или даже невозможно получить формально математическим путем. Правда, человеку, не разбирающемуся в существе анализируемого явления, никакая даже самая богатая по содержанию карта не подскажет нужного решения.

Описания по картам важны на предварительной стадии изучения явления для общего ознакомления с ним, составления плана исследования, выбора рациональной методики. Они необходимы и на заключительном этапе, когда требуется дать содержательную интерпретацию полученных результатов. В хорошо спланированном исследовании формальные математические методы сочетаются с качественным анализом и описаниями, не подменяя и не вытесняя друг друга. В цитированной выше статье Н. Н. Баранский, призывая «покончить с высокомерным и пренебрежительным отношением к географическому описанию», всячески подчеркивал необходимость сочетания описаний с картами: «... с развитием графических методов фиксации наблюдений, методов весьма важных и в высокой степени прогрессивных,— фотографии, картографии и их объединения в виде аэрофотосъемки — роль текста несколько сужается, но сойти на нет текст никак не может уже потому, что и фотоснимки, и карты требуют текстового комментария. Самое же существенное здесь то, что не следует перескакивать через описание»². Сейчас, когда к основным материалам, которыми пользуется географ, добавились космические снимки,

¹ Баранский Н. Н. Избранные труды. Научные принципы географии. М., 1980, с. 91.

² Там же, с. 93.

научные описания становятся еще более необходимыми. Визуальное дешифрирование изображений, их сопоставление, сличение с картой, привязка к карте — один из самых эффективных способов использования космической информации. В использовании карт, аэро- и космических снимков проявляется четкая закономерность: развитие точных инструментальных и машинных способов извлечения информации идет рука об руку с совершенствованием приемов визуального анализа.

ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ

Графические приемы позволяют построить по карте или по серии карт наглядные двух- или трехмерные графики, профили, диаграммы и блок-диаграммы.

Известно, что на одной картографической основе нельзя совместить изображения нескольких явлений, например показать одновременно и геологическое строение, и почвы, и растительность, и климатические характеристики. Графические приемы позволяют это сделать, например, путем построения комплексных профилей. Правда, совмещение дается не в горизонтальной плоскости карт, а в вертикальном разрезе, но зато наглядность такого сечения высока. С помощью комплексных профилей можно сопоставлять ряд природных компонентов, например, наглядно представить связи между рельефом, почвенно-растительным покровом, климатическими показателями. Совмещение нескольких компонентов на одном графике позволяет проводить природное районирование, выделять ландшафтные единицы различной дробности, анализировать взаимные сочетания почв, растительности, увлажнения, температурного режима.

Аналогичным образом строят и комплексные социально-экономические разрезы, совмещая по избранному направлению характеристики плотности населения, графики развития промышленности (например, энергообеспеченности) и сельского хозяйства (распаханность земель и т. п.), диаграммы распределения трудовых ресурсов, обеспеченности дорожной сетью средствами связи и др.

В школьной практике хорошим способом сопоставления тематических карт для изучения глобальных природных закономерностей может служить построение общегеографических разрезов по меридиану. Для этого удобно использовать карты учебных атласов. Основу разреза дает гипсометрический профиль вдоль выбранного меридиана, который протягивается через материки и океаны от Северного до Южного полюса. На этот профиль наносят геологическое строение, почвы, растительность, взятые с тематических карт того же атласа. Затем вдоль меридиана строят графики зимних и летних температур, осадков, давления или иных показателей, например солености вод океанов, температуры почв и т. п. Общегеографический профиль, построенный по серии карт, даст наглядную картину связи различных природных явлений, позволит выделить широтные зоны, высотные пояса, установить

соответствие между климатическими показателями и почвенно-растительным покровом, наметить природные рубежи и границы физико-географических областей.

Трехмерное изображение дают блок-диаграммы, их строят в аксонометрических либо в перспективных проекциях. Аксонометрические проекции деформируют угловые соотношения, но сохраняют горизонтальный масштаб блок-диаграммы таким, каков он на исходной карте. Это позволяет выполнять по блок-диаграммам различные измерения. Перспективные проекции искажают углы и масштабы, но зато они более наглядны, хорошо передают объемность, пластику поверхности. Меняя положение точки перспективы, можно «поворачивать» блок-диаграммы или «наклонять» их так, как это удобно наблюдателю, чтобы обеспечить наиболее выгодный обзор, показать существенные детали.

Построение блок-диаграмм — довольно трудоемкий процесс, требующий не только высокой геометрической точности, но и немалого графического искусства. С развитием автоматизации трудоемкие графические операции все чаще поручают чертежным автоматам. Для этого с карты предварительно считывают высотные отметки в ряде точек: либо вдоль горизонталей, либо по профилям. Полученные отметки фиксируют в памяти ЭВМ, которая управляет автоматическим графопостроителем. Преобразуя исходные данные, можно разворачивать блок-диаграмму под разными углами, растягивать или сжимать ее по любой оси. На рис. 31 показан участок топографической карты и соответствующая ему блок-диаграмма, построенная на чертежном автомате. Изолинейное изображение сохраняет сходство с топографической основой,

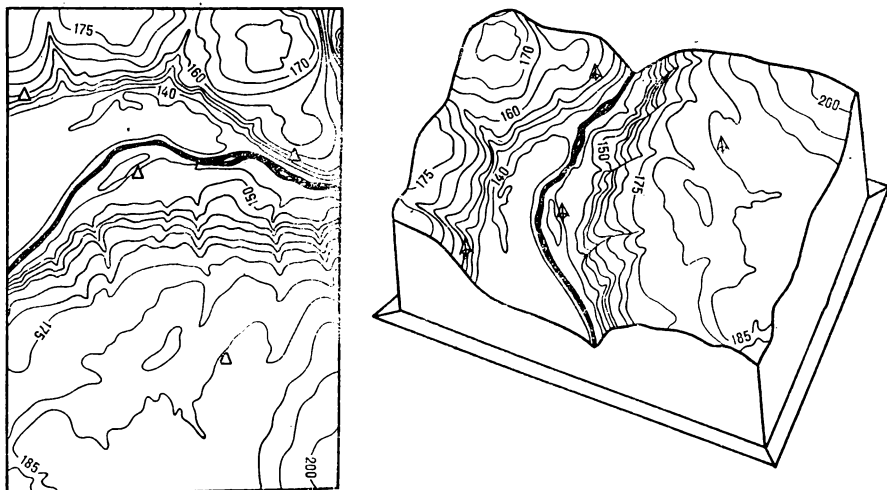


Рис. 31. Фрагмент топографической карты и блок-диаграмма того же участка, построенная с помощью автоматического картографического графопостроителя.

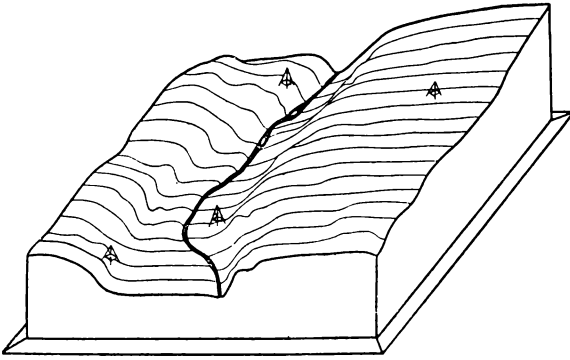


Рис. 32. Блок-диаграмма того же участка, составленная из серии параллельных профилей.

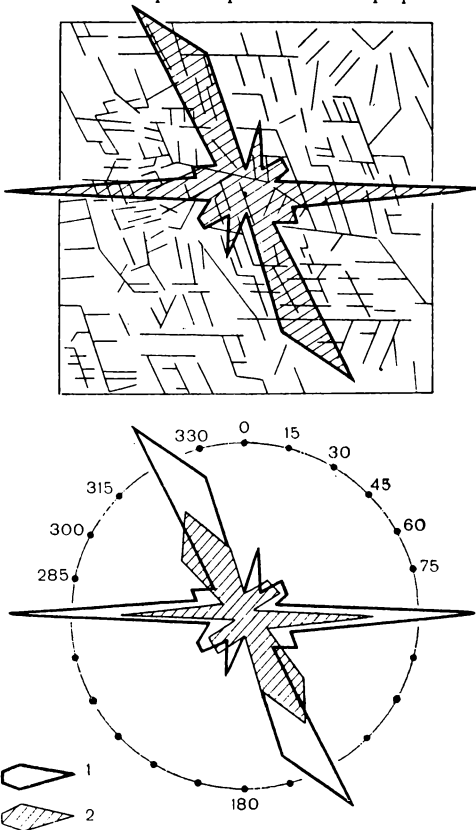


Рис. 33. Розы-диаграммы. А — спрямленные элементы рельефа и гидрографии и построенная по ним роза-диаграмма. Б — совмещенная роза-диаграмма орографических и гидрографических элементов и тектонических трещин: 1 — элементы рельефа и гидрографии; 2 — тектонические трещины,

в то же время хорошо чувствуется объемность рельефа. А на рис. 32 представлена трехмерная проекция той же территории, но в виде серии профилей. Частоту профилей можно задавать по-разному в зависимости от цели, для которых блок-диаграмма предназначена.

Среди графических приемов, используемых для картографического анализа, следует отметить еще розы-диаграммы. Они хорошо передают господствующую ориентировку таких явлений, как тектонические трещины, эрозионные формы, ветры и течения, пути миграции животных и т. п. В геоморфологических исследованиях розы-диаграммы используют особенно часто для изучения соотношения рельефа, гидросети, тектонической структуры. Предварительно на карте выделяют все линейные элементы и транспортом измеряют их азимуты. Затем подсчитывают, сколько линейных элементов попадают в заданные интервалы (например, $355-5^\circ$; $5-15^\circ$; $15-25^\circ$ и

т. д.) и какова суммарная длина всех элементов, попавших в интервал. После этого вдоль среднего луча каждого углового интервала (360° , 10° , 20° и т. д. откладывают суммарную длину в определенном масштабе и получают розу-диаграмму.

На рис. 33, А показан фрагмент карты спрямленных элементов рельефа и гидрографии: отрезков долин, гряд, прямолинейных уступов, оврагов. Роза-диаграмма, построенная по этим прямолинейным элементам, хорошо отражает два преобладающих направления: северо-западное и широтное. Если такую розу-диаграмму сопоставить затем с аналогичной розой-диаграммой тектонической трещиноватости, построенной по геологической карте (рис. 33, Б), то отчетливо выявится зависимость орографии и речной сети от тектонической структуры района.

КАРТОМЕТРИЯ И МОРФОМЕТРИЯ

Картометрия и морфометрия — графоаналитические приемы, предназначенные для измерения и исчисления по картам различных количественных величин. Они наиболее разработаны в теоретическом и практическом отношении, но на протяжении более чем двух столетий развивались главным образом применительно к топографическим картам. Лишь в последние десятилетия картометрические и морфометрические определения распространены на тематические карты, что привело к формированию особого направления — тематической картометрии и морфометрии, быстро завоевавших популярность в географии и смежных с нею науках. К настоящему времени предложено великое множество картометрических и морфометрических показателей, созданы десятки приборов и приспособлений для количественных определений по картам.

К задачам картометрии относятся измерения по картам плановых координат объектов, аппликат (высот, глубин, мощностей), длин и расстояний, площадей, объемов, горизонтальных и вертикальных углов и направлений. В интересы картометрии входит также оценка точности измерений с учетом масштаба и проекции карты.

Морфометрия изучает и разрабатывает способы количественной оценки по картам форм и структур объектов. К основным морфометрическим характеристикам принадлежат показатели формы, плотности, концентрации объектов, глубины и густоты расчленения. Для вычисления морфометрических показателей, как правило, используют картометрические величины. Иначе говоря, в основе всех морфометрических показателей лежат картометрические определения.

Многообразие картометрических и морфометрических характеристик связано с тем, что они применяются практически во всех науках о Земле. Их можно определять для объектов, локализованных в пунктах, на линиях, они подсчитываются для различного рода сетей (например, для гидросети, дорожной сети), плоских или

кривых поверхностей и трехмерных тел. Пункты, линии, сети — это дискретные объекты, для них имеют значение такие морфометрические показатели, как плотность, густота, концентрация, соседство одних объектов с другими. Поверхности и тела — непрерывные объекты, для них могут быть определены площади и объемы (для трехмерных тел), подсчитаны показатели вертикального и горизонтального расчленения.

Современное развитие картометрии и морфометрии идет преимущественно по двум направлениям. Одно из них — разработка количественных морфометрических показателей синтетического характера, таких, например, как коэффициент общего расчленения территории, совмещающий оценку горизонтального и вертикального расчленения.

Другая тенденция направлена на упрощение известных способов измерения и исчисления количественных величин по картам. При этом стремятся заменить трудоемкие непосредственные измерения более простыми, косвенными. Такой подход связан с внедрением вероятностно-статистических приемов, позволяющих быстро и достаточно надежно получить количественные показатели для обширных территорий¹.

Морфометрические показатели, которые вычисляются по картам, сами могут стать сюжетом для тематического картографирования. Морфометрические карты широко применяются и в научных исследованиях и в народнохозяйственной практике. Наиболее известны морфометрические карты рельефа — уклонов местности, глубины и густоты расчленения. Они используются как документ для планирования сельскохозяйственного освоения территории, гражданского и дорожного строительства, проведения мелиоративных и природоохранных мероприятий. На рис. 34 приведены фрагменты трех наиболее распространенных и употребительных морфометрических карт рельефа. Они составлены для одной и той же территории.

Выше уже говорилось о том, что морфометрия издавна разрабатывалась для изучения рельефа. Прошло не более двух десятилетий с тех пор, как перед ней открылась новая сфера приложения и морфометрические приемы стали использовать не только для топографических, но и для тематических карт: почвенных, геологических, геоботанических, климатических, океанографических, социально-экономических.

Быстрый прогресс в этом новом направлении принес пользу, с одной стороны, тем отраслям наук о Земле и обществе, которые приобрели в свое распоряжение массовую количественную информацию, снятую с карт, а с другой — самой морфометрии, освоившей новое поле приложения своих идей. Так, в рамках картографического метода исследования сформировалось особое направление — *тематическая морфометрия, которая занимается количест-*

¹ О вероятностных картометрических приемах см.: Берлянт А. М. Карта рассказывает. М., 1978.

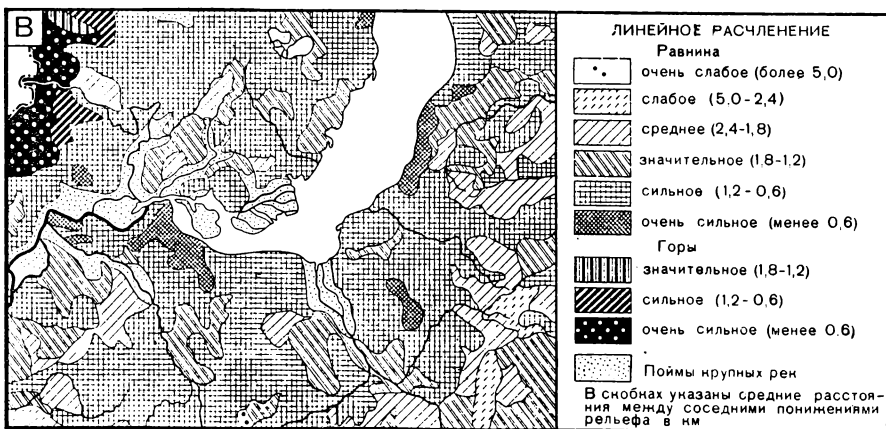
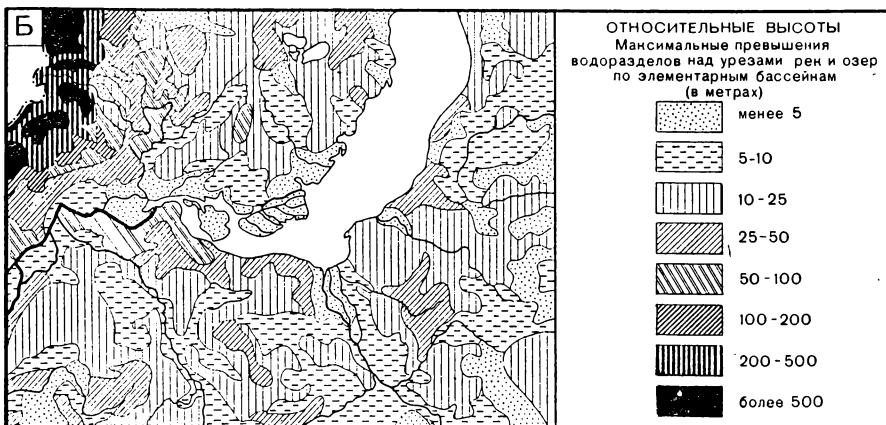
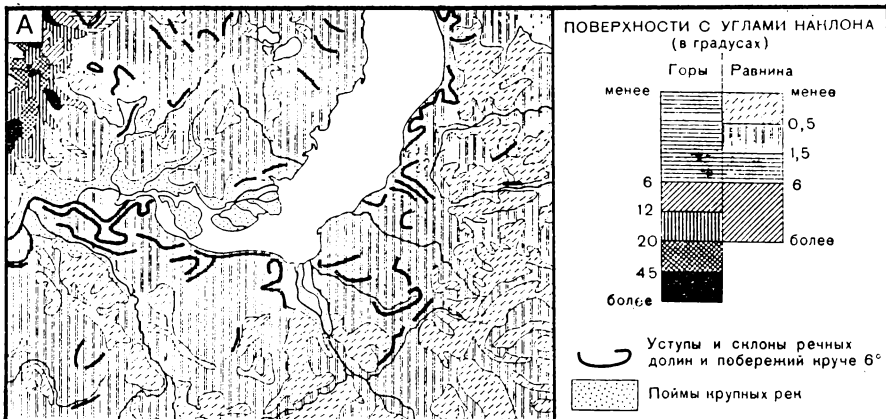


Рис. 34. Морфометрические карты рельефа одной и той же территории. А — углы наклона поверхности; Б — глубина расчленения рельефа; В — густота расчленения рельефа (из кн.: Комплексные региональные атласы. М., 1976).

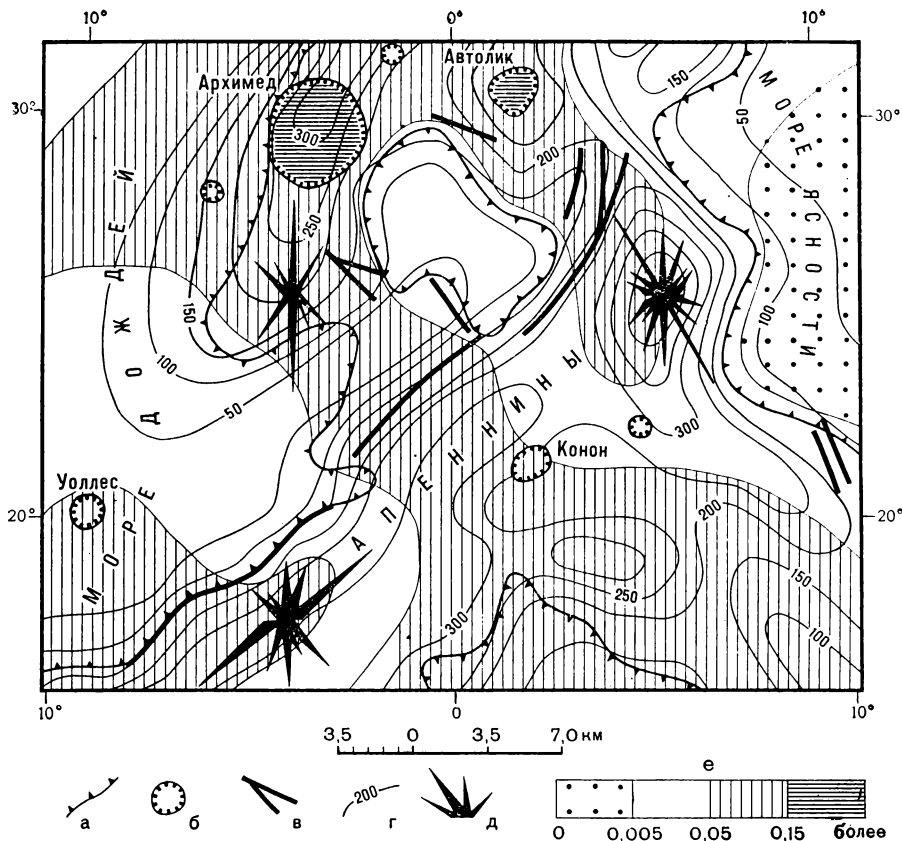


Рис. 35. Карты расчленения лунной поверхности в районе Апеннинских гор: а — границы лунных морей; б — крупные кратеры; в — крупнейшие разломы и трещины; г — изолинии линейного расчленения (м/км²); д — розы-диаграммы ориентировки линейных форм рельефа; е — шкала кратерного расчленения.

венными исследованиями форм и структур объектов, изображенных на тематических картах.

Наиболее разработана в настоящее время геоморфологическая морфометрия. Ее предмет составляет количественная характеристика рельефа земной поверхности и морского дна, его горизонтального и вертикального расчленения, уклонов, ориентировки отдельных форм, степени овражности, закарстованности территории и т. п. Некоторые из этих карт уже упоминались выше. Геоморфологическая морфометрия используется для борьбы с эрозией, прогноза размещения полезных ископаемых, обеспечения различных видов строительства и сельскохозяйственного освоения территорий.

В геологии получила развитие структурная морфометрия, изучающая формы геолого-структурных поверхностей глубоких геологических горизонтов и древнего рельефа. Главные задачи структурной морфометрии — прогноз полезных ископаемых и количественная оценка инженерно-геологических условий местности.

Еще одно новое и быстро развивающееся ответвление образует сравнительная морфометрия Луны и планет. Известны многочисленные примеры морфометрических исследований земных, лунных, марсианских, венерианских кратеров, планетарных разломов и других элементов рельефа планет. В качестве иллюстрации на рис. 35 приведена карта расчленения лунной поверхности в районе Апеннинских гор. На ней совмещены изображения кратерного и линейного расчленения, показаны розы-диаграммы ориентировки основных форм лунного рельефа. Карта дает представление о структуре рельефа и о пересеченности лунного ландшафта. В последнее время сравнительная морфометрия расширила сферу своего действия за пределы планет земной группы, уже составляются первые морфометрические карты малых планет — астероидов.

Давнюю историю имеет гидрологическая морфометрия. Она применяется для оценки форм и размеров озер, извилистости рек, береговых линий. Сейчас возникли новые задачи, например: исследование общей структуры водосети (порядка, протяженности водотоков, формы бассейнов, разветвления русели дельты), оценка эрозионных процессов в руслах рек, процессов разрушения берегов озер и водохранилищ, создаваемых в связи с гидротехническим строительством.

Весьма прогрессивное и все более важное направление образует морфометрия морей и океанов. Ее задача — получение количественных характеристик о размерах и форме акваторий, прежде всего в пределах шельфов и мелководий, которые подвергаются сейчас интенсивному хозяйственному освоению. По океанографическим картам определяют многие физико-химические и биологические параметры водных масс, такие, как объемы растворенных в воде химических элементов, биомассы зоопланктона, фитопланктона в прибрежных зонах и в районах, удаленных от берега. По картам подсчитывают размеры загрязнения морей и океанов, оценивают их объемы и концентрацию загрязняющих веществ. Такие морфометрические исследования непосредственно ориентированы на оценку и защиту природных ресурсов Мирового океана.

Специфическое по задачам и методам направление — морфометрия ландшафтов, или ландшафтометрия. Она занимается количественным изучением ландшафтной структуры местности. Известно, что основной способ изображения на ландшафтных картах — качественный фон. Он ограничивает возможности картометрирования лишь измерениями площадей и оценкой форм ландшафтных ареалов. На основе этих двух показателей в

ландшафтометрии разработана целая система оригинальных морфометрических характеристик ландшафтной структуры, таких, как однородность, дифференциация, раздробленность ландшафтов, их взаимное соседство, близость и даже «ландшафтная организованность» территории.

Аналогичные морфометрические показатели применяют и для карт почвенно-растительного покрова. Здесь также на первый план выступает изучение структуры и конфигурации почвенных и растительных ареалов. Картометрические определения способствовали даже формированию целого раздела современного почвоведения, изучающего элементарные почвенные ареалы. Большое практическое значение имеют морфометрические карты, характеризующие почвенную эрозию и плоскостной мыв.

В геоботанике по крупномасштабным картам растительности получают важные для оценки природной среды сведения о площадях, занятых растительными ассоциациями, плотности растительного покрова и залесенности территорий, объемах фитомассы и т. п. Так формируются морфометрия почв и морфометрия растительного покрова. Они смыкаются с биометрией — отраслью биологии, разрабатывающей приемы математической обработки данных о растительном и животном мире.

Еще одно, совсем недавно появившееся направление — медико-географическая морфометрия. В ее задачи входит изучение форм и структуры нозоареалов (ареалов болезней), очагов заболеваний и эпидемий, характера их перемещения по территории, концентрации и других количественных характеристик.

До сих пор речь шла о морфометрии природных объектов. Не меньшее значение имеет социально-экономическая морфометрия, позволяющая получать по картам количественные меры пространственного размещения промышленности, сельского хозяйства, транспортных путей и населения. Цель этой ветви морфометрии — анализ плотности и соседства, концентрации и дифференциации промышленных и сельскохозяйственных объектов (например, густоты железнодорожной сети, распаханности территорий), оценка равномерности сетей расселения и обслуживания, рекреационных и туристских объектов. Перечисленные разделы тематической картометрии и основные объекты исследования указаны в приводимой ниже таблице.

Тематическая картометрия опирается на единые методические принципы, но многообразие объектов исследования ведет к определенной дифференциации приемов и показателей. Так, геоморфологическая, структурная, океанографическая морфометрия имеют дело главным образом с поверхностями и телами, которые изображаются на изолинейных картах. Ландшафтометрия, морфометрия почвенного и растительного покрова, медико-географическая морфометрия оперируют с ареалами, с площадями, показываемыми на картах способом качественного фона, а социально-экономическая морфометрия — преимущественно с объектами, приуроченными к пунктам, и с сетями (например, дорогам, линиям связи и т. п.).

Разделы и объекты тематической морфометрии

Разделы тематической морфометрии	Основные объекты исследования
Морфометрия планет и небесных тел	Планетарные структуры, рельеф планет, линейменты, кратеры, кольцевые образования
Геоморфологическая морфометрия	Формы рельефа суши и морского дна, морфоструктуры, неотектонические структуры, древний рельеф
Структурная морфометрия	Геолого-структурные поверхности, разломы, линейменты, кольцевые структуры
Морфометрия морей и океанов	Форма, размеры акваторий, структура водных масс, распределение физико-химических параметров вод, биологических ресурсов, размеры загрязнения
Гидрологическая морфометрия	Структура гидросети, формы, размеры гидрографических объектов, русловые формы
Морфометрия почв (педометрия)	Структура почвенного покрова, форма и распределение почвенных ареалов, эрозия почв
Морфометрия растительного покрова	Структура растительного покрова, форма и распределение ареалов растительности, объем биомассы
Ландшафтометрия	Структура ландшафтной оболочки, форма и распределение ландшафтов
Медико-географическая морфометрия	Структура и форма ареалов заболеваний, очагов эпидемий
Социально-экономическая морфометрия	Структура расселения, размещения промышленности и сельского хозяйства, транспорта, сетей обслуживания и т. п.

Тематическая морфометрия может относиться не только к современному, но и к прошлому состоянию явлений. Так, могут быть выполнены различные картометрические определения и морфометрические построения по старым топографическим картам. Вполне возможно осуществлять количественные определения по прогнозным картам. Например, при составлении прогнозных карт перестройки ландшафтов, вызванной строительством гидросооружений, мелиорацией и т. п., картометрические работы позволяют получить важную информацию о площадях затопления, осушаемых землях, расширении областей засоления почв, изменениях структуры гидросети, развитии овражности и т. п. Прогнозные картометрические оценки и прогнозные морфометрические карты нужны для выбора того или иного варианта строительства и оценки воздействия на окружающую среду, поэтому тематическая «прогнозная» морфометрия — необходимая составная часть обоснования географических прогнозов.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Формализованное картографическое изображение по самой сути своей приспособлено для математического анализа. Каждой точке карты с координатами X и Y соответствует лишь одно значение картографируемого явления Z , а это позволяет рассматривать изображение данного явления как функцию $Z = F(x, y)$. Многие явления, показанные на картах, действительно связаны между собой функциональными или статистическими зависимостями, другие могут быть условно представлены как функции пространства и времени. Эти зависимости сложны, многообразны и не всегда достаточно изучены, но тем не менее для их анализа удастся применить формальный математический аппарат. Для этого нужно абстрагироваться от малосущественных деталей, поставить задачи с определенными ограничениями, заменить сложные и неизвестные функции более простыми и известными.

Ныне в картографии развивается особое направление, получившее название математико-картографического моделирования. Суть его состоит в совместном использовании математических и картографических моделей для всестороннего исследования сложной и разнородной пространственно-временной информации¹.

При таком моделировании карта становится как бы продолжением и развитием математической модели, а математическая модель, в свою очередь, строится по карте. Так возникают цепочки карта — математическая модель — карта. С помощью последовательных преобразований информация, снятая с карты, приводится к виду, оптимальному для исследования. Перевод математической модели в картографическую дает возможность увидеть промежуточные и конечные результаты, облегчает интерпретацию, избавляет от ошибок, позволяет судить о точности математического моделирования и о его географической достоверности.

Говоря о применении математики, следует различать, с одной стороны, использование математического аппарата для получения по картам тех или иных количественных величин (например, морфометрических), а с другой — создание и картографическое отображение пространственных математических моделей.

Наилучшим образом развит и успешно применяется для работы с картами аппарат теории аппроксимации, позволяющий аналитически описывать поверхности. Аппроксимация — это приближение, упрощение реальных сложных зависимостей, замена неизвестных функций известными. Пусть на карте показана некоторая сложная поверхность, которая может быть описана как геометрическое место точек, удовлетворяющих уравнению

$$Z = F(u, v),$$

где Z — значения картографируемого показателя в i — й точке, а u и v — координаты в любой принятой системе (прямоугольной,

¹ См.: Жуков В. Т., Сербенюк С. Н., Тикуннов В. С. Математико-картографическое моделирование в географии. М., 1979, с. 223.

географической или условной). Как правило, эта функция не может быть найдена в численном виде из-за сложности и «неправильности» поверхности, но ее можно аппроксимировать, т. е. приближенно представить другой известной функцией:

$$Z = f(u, v) + \epsilon.$$

Здесь ϵ — некоторый остаток, не поддающийся аппроксимации. Чем больше ϵ , тем хуже приближение, и наоборот: чем меньше ϵ , тем точнее аппроксимирующая функция описывает реальную поверхность. В математике разработаны специальные способы, позволяющие свести до минимума значения ϵ в каждой точке карты.

В качестве аппроксимирующих можно брать многие известные функции, обладающие теми или иными полезными свойствами или упрощающими вычисления.

Чаще всего применяют алгебраические аппроксимации, раскладывая $f(u, v)$ по степеням координат. В других случаях используют особые ортогональные многочлены, удобные тем, что они заметно упрощают вычислительные операции, позволяют экономно составлять и решать большие системы уравнений. Есть и другие, так называемые кусочные аппроксимации, когда изображенная на карте поверхность заменяется комбинацией фрагментов (кусочков) параболических или конусообразных поверхностей. Аппроксимацию такого вида можно представить как мозаику, где исходная поверхность как бы составлена из тесно подогнанных друг к другу кусочков.

Если отвлечься от тонкостей математического аппарата, то можно сказать, что все разработки, связанные с аппроксимированием поверхностей, преследуют две взаимосвязанные цели: во-первых, найти наилучшее, наиболее экономное приближение к исходной поверхности, показанной на карте, и, во-вторых, облегчить трудоемкий процесс вычислений, причем

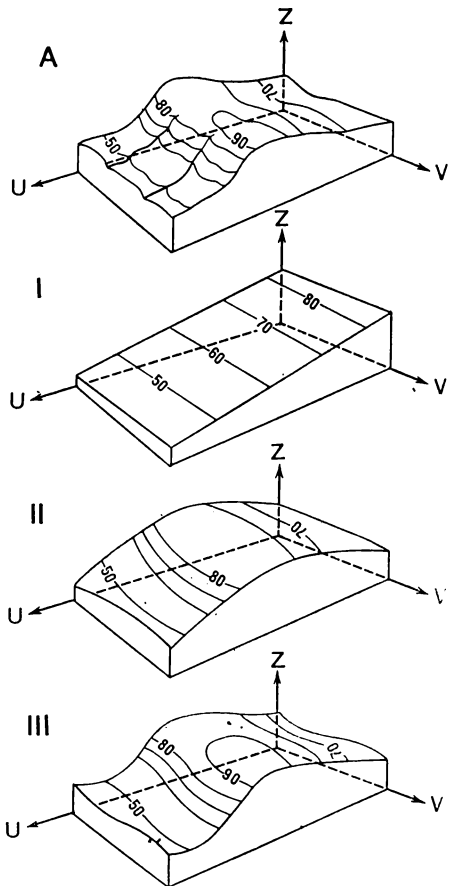


Рис. 36. Блок-диаграммы исходной поверхности (A) и аппроксимирующих поверхностей 1, 2 и 3-го порядков (I—III).

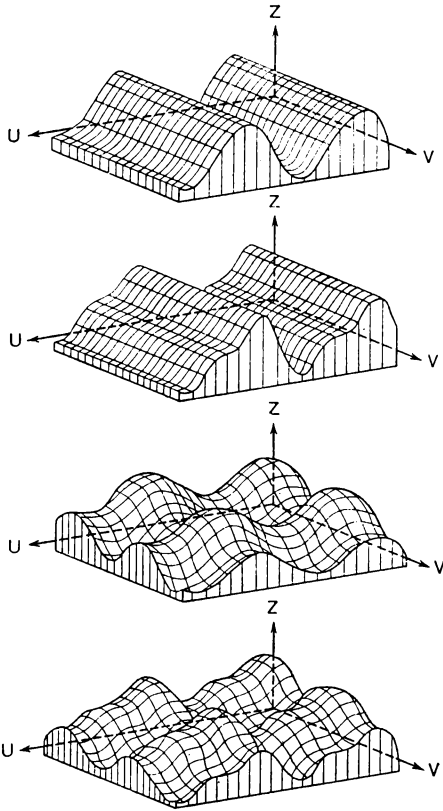


Рис. 37. Аппроксимации с помощью тригонометрических функций — двумерных синусоидальных «волн». Блок-диаграммы отражают последовательное увеличение степени приближения (по Д. Девису, 1977).

го порядка мало чем отличается от исходной. Таким образом, увеличивая степень многочлена, вводя члены все более высоких порядков, можно добиваться все более точной аппроксимации. При этом значения ϵ будут неуклонно уменьшаться, хотя некоторые детали исходной поверхности, например мелкие эрозионные ложбины, так и не удастся аппроксимировать.

В тех случаях, когда предполагается выявить и смоделировать какую-нибудь периодическую составляющую в размещении явления, например пологие волнообразные изгибы горного рельефа или барической поверхности, применяют тригонометрические функции, т. е. аппроксимируют исходную поверхность комбинацией синусоид. На рис. 37 показаны постепенно усложняющиеся

в конечном счете, приоритет получает вторая цель.

Оставив в стороне математический аппарат и технику расчетов, поясним сущность аппроксимации простым примером (рис. 36). В качестве исходной взята не очень сложная и сравнительно слабо расчлененная поверхность. Аппроксимируя ее многочленом 1-й степени вида $Z = A + Bu + Cv$, получаем плоскость, т. е. довольно грубое, слишком общее приближение, передающее лишь генеральный уклон поверхности, без всяких деталей. Для лучшего приближения требуется увеличить степень аппроксимирующего уравнения, введя в него члены второго порядка:

$$Z = A + Bu + Cv + Du^2 + \dots + Euv + Fv^2.$$

Поверхность, описываемая таким уравнением, уже отражает основную форму исходной поверхности, она лучше приближает ее, а отклонения от нее значительно уменьшаются. Кубическое уравнение

$$Z = A + Bu + Cv + Du^2 + Euv + Fv^2 + Gu^3 + Huv^2 + Iv^2v + Kv^3$$

дает еще более точную аппроксимацию. Поверхность треть-

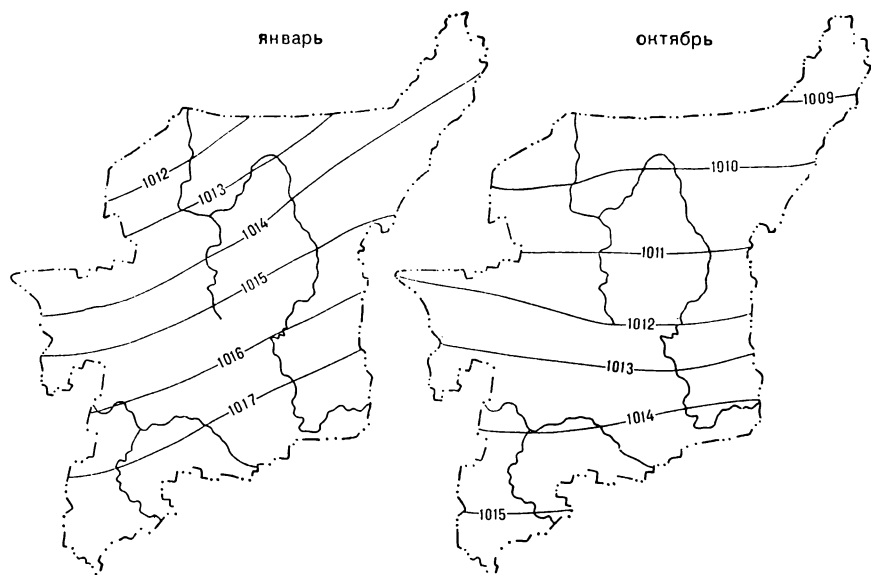


Рис. 38. Поверхности, легко аппроксимируемые линейными уравнениями. Давление воздуха в январе и октябре в Коми АССР (Атлас Коми АССР. М., 1964).

тригонометрические аппроксимации с помощью двойных рядов Фурье, когда поверхность представляется как сумма двух пересекающихся пространственных «волн» с различными фазами и амплитудами. Подобрал достаточное число таких «волн», можно с большой точностью описать даже весьма сложные поверхности. Но расчет тригонометрических аппроксимаций сложен, иной раз необходимо получить несколько сотен коэффициентов аппроксимирующего уравнения, и в таком случае не обойтись без ЭВМ.

Существуют картографические изображения, которые хорошо поддаются аппроксимации даже уравнениями невысоких порядков. Это поверхности несложной конфигурации. К примеру, картографические изображения распределения давления в январе и октябре на территории Коми АССР (рис. 38) могут быть легко описаны простыми линейными уравнениями, поскольку они отражают закономерное, ничем не осложненное нарастание атмосферного давления в направлении на юго-восток (январь) и юг (октябрь). На рис. 39 показана еще одна такая несложная поверхность: карта магнитного наклонения для территории Средней Сибири. Рядом помещена аппроксимированная поверхность, причем для этого использовано уравнение второй степени. Сравнивая обе карты, можно убедиться, что различия между ними практически неощутимы. В этих примерах речь идет о достаточно простых геофизических полях. Другие поверхности: геолого-структурные, гипсометрические, температурные — значительно более сложные, и их математическое описание не столь элементарно.

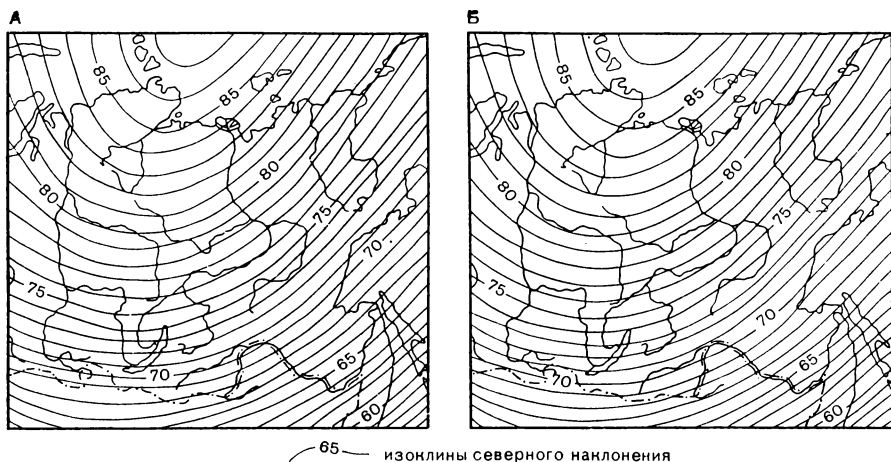


Рис. 39. Поверхность, аппроксимируемая многочленами 2-го порядка. Магнитное наклонение в Средней Сибири: А — реальная карта; Б — та же карта после аппроксимации.

Математические аппроксимации широко применяются в картографическом анализе. Они описывают самые основные черты поверхности без учета малых, не очень важных деталей. Это удобно в тех случаях, когда при анализе желательно освободиться от частных и выявить главные закономерности пространственного размещения явления, его основные характеристики. Составив уравнение и построив аппроксимирующую поверхность, можно потом взять разность между ней и фактической реальной поверхностью. Разность отразит детали, мелкие формы и неровности, накладывающиеся на общий фон. Таким образом, с помощью аппроксимаций можно выделить главные и второстепенные черты изучаемого явления, т. е. произвести своеобразное разложение поверхности на составляющие.

Имея уравнение поверхности, можно проводить с ним различные математические преобразования, например складывать несколько поверхностей, вычитать одну из другой, умножать их или делить. Запись картографического изображения в виде уравнения — удобная и компактная форма хранения информации, особенно если речь идет об автоматической обработке значительного объема картографических данных.

Кроме приемов аппроксимации, для анализа карт используют аппарат математической статистики. С ее помощью изучают пространственные и временные статистические совокупности. Под этим термином понимаются массовые однородные множества величин, которые образуют на картах так называемые статистические поверхности или статистический рельеф с максимумами (гребнями), минимумами (ложбинами), склонами и т. п.

Приемы математической статистики — наиболее освоенные и

самые популярные способы работы с картами. Причина популярности не только в сравнительной доступности и простоте математического аппарата, но и в укоренившемся представлении о том, что он наилучшим образом приспособлен для изучения распределения явлений на карте, выявления пространственных взаимосвязей, ведущих факторов размещения и т. п. Географы отчетливо сознают, что при изучении обширных территорий именно карты могут предоставить массовую статистическую информацию: «Основной материал для статистического анализа выбирается с мелкомасштабных отраслевых и ландшафтных карт... Большое преимущество карт — возможность получения с них именно массового материала. С карты почти всегда, руководствуясь заданной точностью исследования, можно выбрать необходимое количество данных»¹.

Популярность статистических методов ведет иной раз к поспешному их применению в картографическом анализе, к пренебрежению содержательной стороной исследования, географическим истолкованием полученных результатов. Мощный формальный аппарат математической статистики эффективен только в тех случаях, когда он сочетается с географически обоснованной постановкой задачи и с надежной интерпретацией.

Применительно к картам статистическая обработка преследует главным образом три цели: во-первых, изучить законы пространственного распределения явлений и получить обобщающие статистические характеристики (показатели); во-вторых, установить форму и тесноту связей между различными явлениями, обычно показанными на картах разной тематики, и в-третьих, оценить степень влияния отдельных факторов на изучаемое явление, выявить главные закономерности его размещения и развития.

В основу всех расчетов и оценок кладется выборка, т. е. некоторая совокупность однородных величин, снимаемая с карты или с нескольких карт. Обработка выборочных данных дает представление о распределении анализируемого явления. Вычисляются статистические показатели, или статистики, количественно характеризующие картографическое изображение. Это средние величины, показатели амплитуды, вариации, разброса величин вокруг среднего значения и т. п.

Изучая выборочные данные, устанавливают закон распределения, т. е. вид функции, которая показывает, с какой вероятностью случайные величины принимают то или иное значение. Знание закона распределения позволяет яснее представить поведение изучаемого явления в пространстве и дает возможность отнести его к определенному классу явлений. Классификация и группировка явлений по их распределениям приближает исследователя к решению проблемы районирования. Например, различные типы рельефа — равнинный, среднегорный, высокогорный с разной ин-

¹ Александрова Т. Д. Статистические методы изучения природных комплексов. М., 1975, с. 13.

тенсивностью расчленения — описываются разными функциями распределения. Имея набор распределений, можно решать и обратные задачи: по виду функции выделять типы рельефа в пределах изучаемой территории.

Особая роль принадлежит статистическим приемам оценки связей между явлениями. С появлением новых тематических карт, отражающих всевозможные компоненты природной среды и многие аспекты жизни общества, усиливается потребность установления связей между ними. Для этой цели и служит хорошо разработанный и разнообразный аппарат корреляционного анализа, который позволяет оценить, как меняется зависимость между случайными величинами, значениями, показанными на картах.

Более других популярен коэффициент парной корреляции (r), который дает оценку связи между двумя явлениями в том случае, если она близка к прямолинейной. Значения (r) заключены в пределах от $+1$ до -1 , что соответствует полной (функциональной) прямой или обратной связи. Когда (r) близок к нулю, связь между явлениями отсутствует, а в случае, если (r) превышает по абсолютной величине $0,7$, связь считается существенной.

Для расчета коэффициента корреляции, как и других показателей связи, со сравниваемых карт A и B снимают две выборки в идентичных точках. Прежде чем приступить к вычислениям, строят график поля корреляции, откладывая по осям значения величин a_i и b_i , снятых с карт A и B в i -точках. По форме поля можно заранее, до вычислений, примерно судить о тесноте связи. Если точки дают большой разброс, располагаются бессистемно, то это означает отсутствие связи между явлениями, но если поле корреляции вытягивается в виде узкой полосы, значит связь существует, и чем уже эта полоса, тем сильнее. Коэффициент корреляции r можно вычислять лишь в тех случаях, когда поле корреляции достаточно прямолинейно. При явно выраженной криволinéйности приходится обращаться к другим коэффициентам.

Значение r рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i - M_a) (b_i - M_b)}{n \sigma_a \sigma_b},$$

где M_a и M_b — средние арифметические для явлений A и B .

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - M_a)^2}{n}} \quad \text{и} \quad \sigma_b = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (b_i - M_b)^2}{n}}$$

— средние квадратические отклонения, а n — число пар данных, снятых с карт.

Пусть требуется установить связь между явлениями, показанными на двух картах (рис. 40). Вначале с обеих карт по идентичной сетке точек снимают значения a_i и b_i того и другого явления, затем выполняют вычисления. Расчет дает величину $r = +0,63$.

В теории корреляции разработаны и многие другие показатели для определения связи между явлениями в тех случаях, когда она носит явно криволинейный характер или когда вместо изолинейных карт сравниваются картограммы или карты с качественным фоном и т. п. Есть способы оценки связи между тремя и четырьмя явлениями (коэффициенты множественной корреляции) или связи для двух явлений при исключении влияния третьего (частные коэффициенты корреляции). Практически аппарат корреляционного анализа универсален, и всегда можно подобрать тот или иной показатель, удовлетворяющий задачам исследования и, что очень важно, свойствам сопоставляемых карт.

Не углубляясь далее в математический аппарат статистики, который довольно подробно изложен во многих специальных руководствах, обратим внимание на важную особенность — взаимодействие математико-статистических и картографических моделей. Уже первые опыты применения количественных методов в науках о Земле показали, что главное ограничение многих математических моделей скрыто в их недостаточной пространственной дифференцированности. Всякий показатель или уравнение, полученные для какой-либо территории (ареала, района), еще не дают представления об изменении этого

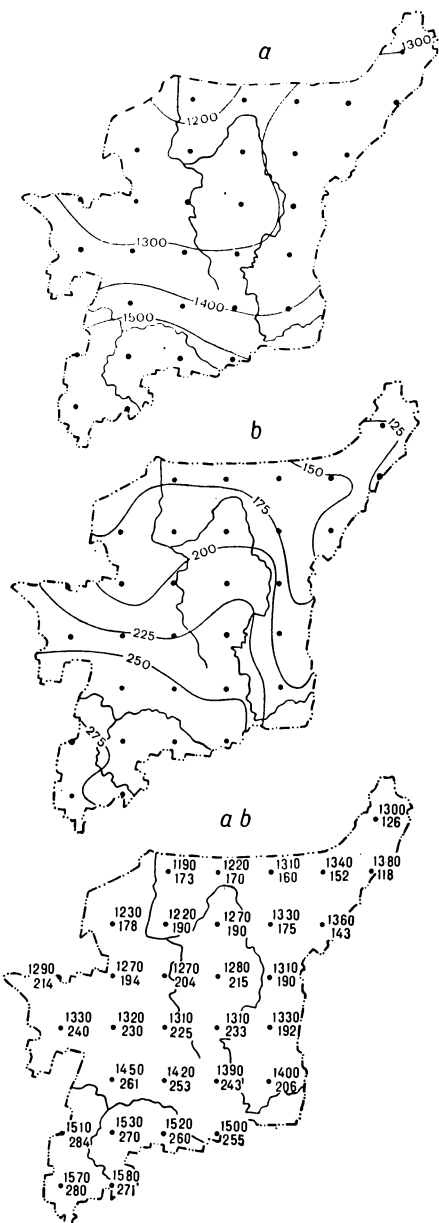


Рис. 40. Расчет коэффициента корреляции по картам: *a* — число часов солнечного сияния за год (Коми АССР); *b* — испарение с суши (мм/год); *ab* — выборочные значения, снятые с карты *a* и *b*, в числителе показано количество часов солнечного сияния, а в знаменателе — величина испарения с суши.

показателя (уравнения) от места к месту внутри данной области или района, а именно в этом существо пространственного географического анализа. Получив величину коэффициента корреляции между испарением и числом часов солнечного сияния для всей территории Коми АССР (рис. 40), исследователь не может сказать, как меняется эта связь на севере и юге республики, в горных и низменных районах. Может оказаться, что в одних областях зависимость близка к функциональной (+1), а в других — она отсутствует вовсе.

Говоря о вычислении показателей связи, Д. Л. Арманд отмечал, что «каждая корреляция имеет характерный масштаб пространства и с этим надо считаться при вычислении корреляционной зависимости»¹. Следовательно, нужно не только получить математическую модель, но научиться ее картографировать, показывая изменения от места к месту по элементарным (или по характерным) единицам территориального деления.

Для иллюстрации этих положений рассмотрим применение корреляционных карт, т. е. карт, показывающих пространственное варьирование взаимосвязей. На рис. 41 представлены такие карты. На них отражена связь биомассы зоопланктона с зообентосом в северной части Каспийского моря. На рисунке приведена серия карт для пяти лет: с 1971 по 1975 г. Для их составления использованы, во-первых, разновременные карты зоопланктона, отражающие распределение животного населения водной толщи, а во-вторых, карты зообентоса на те же сроки. Зообентос — это мелкие животные, обитающие на морском дне или в толще грунта. Один из главных источников питания зообентоса — поступление органического вещества после отмирания зоопланктона. Корреляционные карты позволяют ясно видеть, что в северо-западной части акватории увеличение биомассы зоопланктона совпадает с количественным развитием зообентоса. То же можно наблюдать и в северной части исследуемого района. Но в южных частях Северного Каспия картина иная, здесь проявляется отрицательная связь между явлениями, хотя и не очень высокая. Возможно, это вызвано качественным изменением состава грунта или слабым перемешиванием вод или какими-то иными факторами, не учтенными в данной корреляции. Но все же анализ разновременных корреляционных карт позволяет выделить в пределах северной части Каспийского моря зону с устойчивой связью между распределением биомассы зоопланктона и зообентоса, что имеет вполне определенное значение при оценке ресурсов зообентоса, при прогнозе его биомассы.

Еще одно важное направление использования математико-статистических приемов при анализе серий тематических карт связано с выявлением ведущих, основных факторов, характеризующих сложные природные и социально-экономические комплексы. Обычно эти комплексы образуют взаимосвязанные системы и характе-

¹ Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. М., 1975, с. 78.

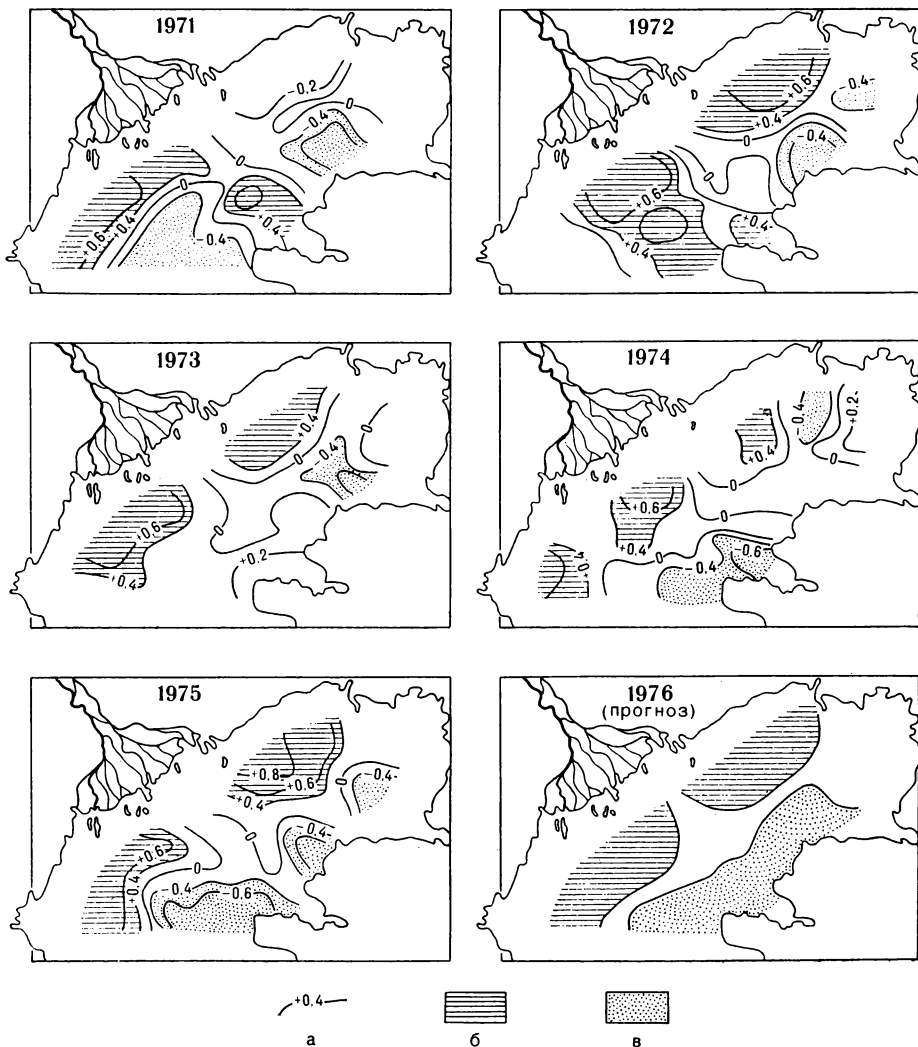


Рис. 41. Разновременные корреляционные карты северной части Каспийского моря, характеризующие связь биомассы зоопланктона и зообентоса в летнее время: а — изокорреляты; б — области положительной связи выше $+0,4$; в — области отрицательной связи ниже $-0,4$.

ризируются множеством параметров. Число параметров может достигать двух-трех десятков и более. Ясно, что не все они одинаково важны, что среди них есть более и менее значимые, которые определяют основные черты системы. Факторный и компонентный статистический анализы позволяют с помощью стандартных процедур выделить эти факторы, оценить и сопоставить их влияние,

отсесть те показатели и параметры, которые оказывают малое или вовсе незначительное воздействие на изучаемую систему.

В последние годы для анализа карт часто привлекается теория информации. Эта теория развивается в технике и кибернетике для решения проблем передачи, кодирования и декодирования сообщений в каналах связи. В картографических исследованиях используется не столько сама теория информации, сколько одна из основных информационных функций, характеризующая энтропию. Понятие энтропии заимствовано из физики, из раздела «Термодинамика». Энтропия показывает степень беспорядка в расположении и движении большого числа однородных элементов (молекул, атомов, ионов и др.). В математической теории информации функция энтропии служит мерой неопределенности случайного эксперимента.

Удобство вычислений количественных показателей с помощью функции энтропии привлекло внимание географов, которые применили ее для оценки однородности территориальных распределений. Оказалось, что результаты хорошо интерпретируются с содержательных позиций и функция энтропии прочно вошла в математический арсенал географов.

Энтропией $E(A)$ некоторой системы A называется сумма произведений вероятностей (ω_i) различных состояний этой системы на логарифмы этих вероятностей. Поскольку вероятности задаются в долях единицы и сумма произведений их логарифмов отрицательна, то вводится коэффициент, равный -1 , чтобы сделать функцию энтропии положительной:

$$E(A) = - \sum_{i=1}^n \omega_i \log_2 \omega_i.$$

В теории информации принято использовать двоичные логарифмы, но смысл функции не изменится, если пользоваться десятичными, или натуральными, логарифмами. Применительно к картографическому изображению функция $E(A)$ характеризует его однородность (или неоднородность), сложность, дифференцированность. Если на карте изображен всего один ареал (или район), то $E(A) = 0$. По мере увеличения числа ареалов, т. е. с увеличением неоднородности территории, функция энтропии будет неуклонно возрастать. Это свойство удобно для оценки геологических, почвенных, геоботанических, ландшафтных и других карт, на которых явления показаны способами качественного фона, или ареалов. Числовое значение энтропии дает представление об однородности геологического строения, почвенного и растительного покрова, ландшафтной структуры и т. п.

Энтропия удобна еще и тем, что ее можно вычислять для явлений, имеющих на картах количественные и качественные характеристики. Можно подсчитать энтропию топографической поверхности и геологических выделов, зоогеографических ареалов и поля плотности населения. Для подсчетов необходимо лишь любым удобным способом измерить по карте площади, занимаемые каж-

дым ареалом, и оценить его долю в общей площади территории. Эти доли и дадут величины $E \omega_i$, необходимые для вычисления $E(A)$, поскольку показатель доли площади, занимаемой на карте тем или иным ареалом, аналогичен понятию вероятности того или иного события в системе.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАРТ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ШКОЛЕ

Использование карт в школе должно решать две главные и тесно взаимосвязанные задачи: во-первых, способствовать изучению физической и экономической географии и истории, а во-вторых, формировать картографические навыки, закладывая начала картографической грамоты, совершенно необходимые каждому человеку.

Школьные программы предусматривают изучение широкого круга картографических вопросов. Это представления об основных элементах карты, ее математической основе, условных обозначениях, способах картографического изображения, о типах карт, некоторых способах работы с ними. Школьники учатся пользоваться разными картами, анализировать их содержание, подбирать карты для проведения по ним тех или иных измерительных работ.

Несколько меньше внимание обращается на такой важный аспект, как картографическая генерализация. Ее изучение не может ограничиваться сопоставлением крупномасштабных карт с мелко-масштабными. Нужно показать, что генерализация — это не просто снятие с карты некоторых элементов нагрузки, деталей, подробностей. Это не только сокращение информации, вызванное уменьшением масштаба. Картографическая генерализация — процесс получения качественно нового изображения, новой информации, которая возникает в процессе обобщения качественных и количественных характеристик, абстрагирования, перехода к обобщающим синтетическим понятиям.

Следует заметить, что при использовании карт в школьном обучении имеется некоторый крен в сторону изучения карт топографических и недооценка тематического картографирования, которое получило самое широкое распространение в современной географической науке¹. Видимо, работа с тематическими картами должна быть усилена. Было бы полезно научить учащихся сопоставлять, одновременно анализировать с помощью количественных мер карты разной тематики, рассчитывать простейшие корреляции между явлениями, показанными на картах разной тематики. Школьные карты и атласы пригодны для выполнения по ним несложных картометрических определений и морфологических расчетов: определения расстояний, площадей, объемов (например, объемов осадков, стока), плотностей (густота речной сети,

¹ См.: Максаковский В. П. Научные основы школьной географии. М., 1982, с. 84.

плотность населенных пунктов и др.), однородности распределения явлений по территории и т. п. Примеры такого рода приведены выше. Сложности, связанные с трудоемкостью измерительных работ и вычислений, в значительной степени снимаются при использовании элементарных вероятностных приемов.

Естественно, что при выполнении подобных работ необходимо широкое привлечение учебных карт и атласов, которые имеют не только большое познавательное и методическое значение, но и воспитательную ценность. В этих атласах отражены природа, экономика, население и культура родного края. Атласы можно использовать и на уроках географии, и в экскурсиях, походах, поездках по знакомым местам. В настоящее время школьно-краеведческие атласы не всегда имеют единообразную структуру, содержание, подчас страдают однообразием картографического оформления. Но в направлении их совершенствования ведется большая работа. Предусматривается создание целой системы учебных краеведческих атласов для республик, областей и районов и даже для крупных городов. Учителя географии должны быть готовы к тому, чтобы научить школьников пользоваться и этими картографическими произведениями. Однако «современная подготовка учителей в вузах не дает им возможности овладеть картографическими методами исследований, получить навыки в составлении элементарных тематических карт. Система подготовки учителей в области картографии должна строиться на том, что карта — это не только иллюстративный материал в преподавании географии, но и важнейший инструмент изучения действительности. Выпускники вузов прежде всего должны сами представлять, что карта — это не только передатчик пространственной информации, она выступает как важнейшее средство изучения взаимосвязей природных и хозяйственных комплексов, без учета и осмысливания которых в современных условиях невозможно нормальное функционирование производства. Очевидно, что преподавание картографии должно входить в самую основу, составлять фундамент географического образования как в высшей, так и в средней школе. Все это требует усилить в программе курса «Методика преподавания географии» разделы по методике анализа и использования карт, а в школьную программу по географии включить разделы, посвященные картографии, использованию карт, получению с карт географической информации»¹.

Однако возможности школьных программ неограничены. Время, отводимое на изучение картографических тем в рамках географии, не может быть существенно увеличено. Многие пожелания относительно обучения использованию карт могут быть реализованы лишь на факультативных занятиях. И поэтому следует особо подчеркнуть, что при использовании карт в школьном обу-

¹ Мангазеев В. Я., Шоцкий В. П. Задачи повышения картографической подготовки выпускников средних школ. — В сб.: Картографическое обеспечение региональных народнохозяйственных программ. Иркутск, 1983, с. 115—116.

чении важно не только выполнять по ним те или иные расчеты или упражнения, но самое главное — показать методологическое значение и место картографии в современных науках о Земле и обществе. Для этого не потребуется много дополнительного времени, но нужен новый взгляд, картографическая эрудиция и иная подача материала.

Поясним эту мысль на примере темы, касающейся современных географических исследований, которая изучается в V классе. Уже здесь на начальном этапе изучения географии можно показать познавательную роль картографии. Говоря о географических исследованиях, учитель может подчеркнуть, что они не сводятся только к путешествиям и экспедициям. Многие географические исследования проводятся «в тиши научных кабинетов», а инструментом таких исследований и открытий являются тематические карты. На современном уровне развития географии исследования — это не только путешествия по неизведанным маршрутам, но и выявление неизвестных прежде зависимостей и взаимосвязей природных и экономико-географических явлений, не только романтика странствий, но и аналитические изыскания по картам (и конечно, по аэро- и космическим снимкам), не только открытие новых озер, ледников и островов, но и поиск новых эмпирических и теоретических закономерностей.

Нет спору, снятие с карты «белых пятен» — первоочередная задача географии. И если на физических картах их почти не осталось, то они еще сохранились на геологических, почвенных, океанографических картах. А это значит, что сами карты становятся мощным стимулом для новых изысканий, разработки смелых научных предположений, гипотез и прогнозов. Более того, карты дают критерии значимости территориального открытия, позволяют оценить его место в системе знаний данной науки. Тому есть десятки свидетельств. Одним из результатов исследования Мирового океана стал составленный в Советском Союзе «Атлас океанов», итоги изучения Южного полярного материка отражены в «Атласе Антарктиды», исследования Луны и планет — в картах и атласах, в частности в уникальном «Атласе обратной стороны Луны», результаты познания рельефа территории нашей страны и прилегающих акваторий отражены на «Гипсометрической карте СССР» в масштабе 1:2 500 000. Таких примеров много, и все это научные географо-картографические исследования, сделанные на высоком уровне. Многие советские карты и атласы удостоены Государственных премий СССР.

И конечно, при работе с картами, при изучении в школе картографических тем совершенно необходима увлекательная, занимательная подача материала. Об этом хорошо сказано у классика русской литературы Н. В. Гоголя. В интересной статье «Мысли о географии» он подчеркивал, что перед учеником постоянно «должна быть одна только карта. Ни одного географического явления не нужно объяснять, не укрепивши на месте, хотя бы это было только яркое, живописное описание. Чтобы воспитанник, внимая

ему, глядел на место в своей карте и чтобы эта маленькая точка как бы раздвигалась перед ним и вместила бы в себе те картины, которые он видит в речах преподавателя. Тогда можно быть уверенным, что они останутся в памяти его вечно: и, взглянувши на скелетный очерк земли, он его вмиг наполнит красками»¹. Немало аналогичных интересных соображений о роли карты в обучении и познании окружающего мира можно почерпнуть и у других выдающихся русских и зарубежных писателей. Этому специально посвящена глава VII. В той же статье Н. В. Гоголя далее сказано: «Слог преподавателя должен быть увлекающий, живописный; все поразительные местоположения, великие явления природы должны быть окинуты яркими красками. Что действует сильно на воображение, то не скоро выбьется из головы»². Эта мысль великого писателя созвучна многим высказываниям географов, педагогов, методистов. Использование карт в школьном обучении должно быть увлекательным.

¹ Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. М., 1952, т. 8, с. 100.

² Там же, с. 105.

Глава VI. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В КАРТОГРАФИИ

Система — план, порядок расположения частей целого, предначертанное устройство, ход чего-либо в последовательном, связном порядке... **Систематическое** ученье — стройное, порядочное, порядливое, последовательное, разумное, правильное, обдуманное, постепенное.

Систематик — изобретатель новой системы или охотник до строгих, последовательных порядков.

Владимир Даль

О СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ

Теперь, после рассмотрения сущности картографической науки, свойств карты как моделей действительности, видов и типов карт, основных направлений их использования в научном познании и народнохозяйственной практике, обратимся к одной из наиболее интересных методологических проблем — к системному подходу в картографии. Но чтобы новые понятия и терминология не показались слишком сложными, мы постараемся войти в круг системных концепций, опираясь на известные представления, оттачиваясь от привычных и даже обыденных понятий.

Дело в том, что само понятие «система» известно людям издавна. А во многих науках — в биологии, астрономии, географии и др. — оно существовало задолго до того, как системный подход завоевал столь высокий методологический авторитет. Начнем с того, что человечество живет в пределах Солнечной системы, которая, как известно, состоит из Солнца, планет и их спутников, астероидов, комет, связанных между собой общими законами движения и развития. Каждый школьник легко постигает эти «системные представления» на интуитивном уровне. Точно так же естественно воспринимается понятие «кровеносная система», т. е. единая сеть сосудов, по которым циркулирует кровь.

Системная методология и системные термины широко употребляются в науках о Земле и обществе. Так, в физической географии исследуют речные системы, горные системы. Под этим всегда понимается некая совокупность (например, множество рек, ручьев или множество хребтов), особым образом организованная в единое целое. В экономике и экономической географии изучают системы производства, системы земледелия, системы расселения и т. п. Еще больше систем в геологии — это стратиграфические системы, геосинклинальные системы, складчатые системы, кристаллические системы и т. д. и т. п. Само понятие «система» представляется при этом априорно известным и как будто бы не требующим определения. Характерно, что в «Словаре общегеографических терминов» относительно понятий «речная система», «речная сеть» сказано, что они «самоочевидны и не нуждаются в объяснении».

Понятие «система» прочно вошло и в школьный обиход; говорят

о системе знаний, системе обучения, системе учебников, системе наглядных пособий, понимая под этим некие комплексы, определенным образом организованные, связанные между собой в единое целое и подчиненные поставленной цели.

Для картографии системная терминология и системная методология тоже не являются неожиданным нововведением. Прообраз системного подхода обнаруживается в комплексном физико- и экономико-географическом картографировании. При углубленном рассмотрении всякий объект планетарного либо локального уровня предстает как совокупность, порой весьма сложно организованная, состоящая из множества элементарных частей, переплетения взаимосвязей и зависимостей. Какой бы объект ни оказался предметом картографирования, будь то глобальная циркуляция атмосферы или структура почвенного покрова в пределах небольшого ландшафтного урочища, тотчас же обнаруживается необходимость учета множества факторов (рельефа, гидрографии, климата, растительности, хозяйственного воздействия и т. п.) и сложной комбинации их взаимовлияний. Выработанные в картографии принципы отображения территориальных комплексов близки к системному подходу, методы комплексного картографирования содержат в зародыше методику системного картографирования.

По сути своей географические исследования и комплексное картографирование всегда были системными, точнее сказать — «стихийно системными». Прогрессивность внедрения системной методологии в географию и картографию имеет прежде всего методологическую направленность, прививая географам и картографам особый стиль мышления, способность по-новому взглянуть на предмет исследования.

Сейчас, когда системная концепция приобрела столь высокое звучание и даже стала символом, удостоверяющим высокую теоретико-методологическую пробу научного исследования, полезно вспомнить, что она выросла не на пустом месте. Системные представления — это развитие и конкретизация некоторых важнейших принципов марксистского диалектического метода, в частности его положений о соотношении части и целого, об объективности и универсальности взаимосвязей.

Рассмотрение всех явлений и процессов во взаимосвязи составляет основу диалектического познания материального мира. Ф. Энгельс определил диалектику как «науку о связях». В книге «Диалектика природы» он писал: «Вся доступная нам природа образует некую систему, некую совокупную связь тел, причем мы понимаем здесь под словом «тело» все материальные реальности, начиная от звезды и кончая атомом и даже частицей эфира, поскольку признается реальность последнего. В том обстоятельстве, что эти тела находятся во взаимной связи, уже заключено то, что они воздействуют друг на друга, и это их взаимное воздействие друг на друга есть именно движение»¹.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 392.

Важнейшее значение для системной методологии имеют и другие положения материалистической диалектики. Среди них положения о том, что целое не может быть сведено к механической сумме его частей, что в процессе синтеза целого из частей возникает новое качество. Поэтому проскальзывающее иной раз мнение о том, что системный подход в научном исследовании в чем-то противоположен или как-то противопоставлен диалектическому методу, не имеет под собой достаточных оснований. Системный подход — это есть ответвление и частнонаучная конкретизация диалектического метода.

В картографии существует несколько вполне реальных методологических проблем, в которые внедрение системных концепций вносит ощутимый вклад. Это, во-первых, обобщение опыта, который накоплен в области комплексного картографирования и использования карт природы, экономики, населения. Во-вторых, внедрение системного подхода сулит упорядочение, формализацию и математизацию картографических исследований, создание единой методики для всего семейства географических дисциплин, а в перспективе — для всех наук о Земле и обществе. В-третьих, системный подход предполагает разработку особых, специфически картографических методов отображения и исследования географических систем. И наконец, в-четвертых, на базе системного подхода могут быть расширены и укреплены контакты картографии (и картографического метода) с другими науками (и методами).

ТЕРМИНЫ «СИСТЕМА» И «ГЕОСИСТЕМА»

Чтобы лучше представить сущность системного подхода в картографии, начнем с терминологии, с попытки определить существенные и отличительные признаки систем вообще и географических систем в частности. Далеко не всегда, как это сделано в упомянутом выше «Словаре общегеографических терминов», системные понятия считаются самоочевидными. Многие и многие представители философских, социальных, естественных и технических наук потратили немало усилий на то, чтобы выработать определение самого понятия «система». По-видимому, в разных науках это понятие трактуется по-разному: геологические системы не имеют ничего общего с социальными системами, а технические системы не похожи на биологические. Тем не менее в каждой науке существует свое рабочее определение, которым она пользуется. Такое рабочее определение целесообразно иметь и для картографических систем, т. е. для тех систем, которые функционируют в картографии.

Чтобы получить такое определение (или целый набор рабочих определений), поступим следующим образом. Вначале рассмотрим некоторые общенаучные определения, главным образом те из них, которые зафиксированы в общедоступных энциклопедических изданиях и носят, таким образом, нормативный характер. Далее проанализируем некоторые дефиниции, принятые в науках о Земле

и обществе, а затем на основе проведенного анализа выделим общие положения, присутствующие во многих определениях и являющиеся как бы некими «постоянными» понятия «система». Тогда, с учетом этих «постоянных», мы сможем подойти и к определению картографических систем, к пониманию их сущности и разнообразия.

В эпиграфе к этой главе приведено определение системы, зафиксированное В. И. Далем в IV томе его Словаря, впервые опубликованного в 1882 г. Даль подчеркивает прежде всего упорядоченность системы и ее целостность. Такое толкование системности близко к современному ее пониманию как стиля научного мышления. Под системой понимаются не только материальные объекты, но и теоретические построения («систематическое ученье»). Очень полезно обратиться к сокровищнице Словаря Даля, чтобы ясно представить, насколько глубокие корни в русском языке (и в научном обиходе!) имеют теперешние определения систем и системного подхода.

В современном «Словаре русского языка» С. И. Ожегова приведено несколько толкований слова «система». В частности, система трактуется как «определенный порядок в расположении и связи частей чего-нибудь, в действиях»; «форма организации чего-нибудь»; «нечто целое, представляющее собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей», «техническое устройство, конструкция». Советский Энциклопедический Словарь содержит следующее определение системы: «множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство»¹. Системный подход — «направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов, как систем; ориентирует исследователя на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину»².

Таким образом, общепринятое понимание терминов «система» и «системный подход» опять-таки включает целостность, единство и многосторонность связей. При этом к числу систем относятся и материальные элементы и идеальные конструкции.

Посмотрим теперь, какова логико-философская трактовка системных понятий. «Философская энциклопедия» дает такое краткое определение основных свойств системы: «множество элементов с отношениями и связями между ними, образующее определенную целостность»³. Близкое к этому определение системы приведено в «Логическом словаре»: «Совокупность, объединение взаимосвязанных и расположенных в соответствующем определенном порядке элементов (частей) какого-то целостного образования»⁴. Здесь же приведены и другие дефиниции системы: «совокупность принципов,

¹ СЭС. М., 1980, с. 1225.

² Там же, с. 1226.

³ Философская энциклопедия. М., 1970, т. 5, с. 18.

⁴ Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. М., 1975, с. 545.

лежащих в основе какой-либо теории», «совокупность органов, связанных общей функцией». Дается толкование систем математической логики как «непустого множества, класса или области объектов, между которыми установлены некоторые соотношения». Отметим здесь не встречавшийся прежде аспект: указание на общность функций, присущих целостной системе.

В заключение приведем два определения систем из английского и французского энциклопедических изданий. Американский толковый словарь Вебстера содержит несколько толкований слова «система»: 1) набор или группа объектов, соединенных или связанных так, что они образуют единое или органическое целое; 2) набор фактов, принципов, правил и т. п., классифицированных или организованных в регулярную, упорядоченную форму, отражающую логические связи разных частей; 3) метод или план классификации или организации; 4) тело, рассматриваемое как функционирующий организм; совокупность органов, действующих совместно, как единый орган. Интересно, что здесь мы встречаемся еще с одним толкованием: система — это метод. Близкое к этому понимание дает французский энциклопедический толковый словарь Ларусс: система — совокупность принципов истинных или ложных, образующих некоторую доктрину; комбинация элементов, объединенных в некое целое.

Не станем множить выписки из энциклопедических изданий и обратимся к определениям, которыми пользуются географы и геологи. Они обычно применяют один из трех способов определения геосистемы: присоединяются к тому или иному философскому или формально-математическому определению системы, либо сводят понятие «геосистема» к понятию «комплекс», либо предлагают специфические определения геосистемы.

Примером первого варианта является, например, определение геосистемы, которое дает П. Хаггет в своем капитальном труде «Пространственный анализ в экономической географии». Он не затрудняет себя разработкой новых дефиниций, а использует общенаучные определения, как бы подчеркивая этим, что понятие «геосистема» целиком укладывается в рамки общей теории систем. Он считает, что геосистема — это «произвольно выделенные части реального мира, объединенные рядом общих функциональных связей», что они представляют собой «множество объектов совокупности со связями между этими объектами и их атрибутами»¹. Очевидно, такой способ определения геосистем не лучший. В нем отсутствует указание на специфику геосистем, на то, что их отличает от систем другого типа, например от биологических, химических, технических и т. д.

В других случаях географы делают попытки свести определение геосистемы к определению географического комплекса и даже поставить знак равенства между ними. Образец такого подхода — это разъяснение, содержащееся в «Энциклопедическом словаре

¹ Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. М., 1968, с. 33.

географических терминов»: «Геосистема — синоним географического комплекса, введенный советским геоботаником В. Б. Сочавой в 1963 г.»¹. А географический комплекс, в свою очередь, истолковывается как «геосистема, территориальный комплекс — закономерное сочетание географических компонентов (рельеф, климат, поверхностные воды, почва, растительность и животный мир), находящихся в сложном взаимодействии и взаимообусловленности и образующих единую неразрывную систему»².

Аналогичное определение дает видный советский географ А. Г. Исаченко: «... природный географический комплекс или геосистема, есть особого рода материальная система, состоящая из взаимообусловленных географических компонентов, взаимосвязанных в своем размещении и развивающихся во времени, как части целого»³. Приравнивание геосистемы к геокомплексу заставляет задуматься о целесообразности существования двух параллельных терминов. Не достаточно ли одного? Есть ли в геосистеме нечто сверх того, что содержит геокомплекс? Можно ли считать, что геосистема — это только природный геокомплекс или геосистема может быть и социально-экономической? Совсем нелогичны определения, данные в «Словаре географических терминов», когда геосистема определяется как геокомплекс, а он — как геосистема.

Наконец, третий подход связан с разработкой определений, подчеркивающих специфику геосистем. Наиболее яркий пример — определение, предложенное академиком В. Б. Сочавой, который, кстати сказать, резко возражал против приравнивания геосистемы к географическому комплексу. Он писал, что «геосистема — ... это особый класс управляющих систем: земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в определенной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействует с космической сферой и человеческим обществом»⁴. Это определение несвободно от недостатков. Остается неясным, что такое «системная связь» и могут ли геосистемы «всех размерностей» взаимодействовать с космосом и человеческим обществом. Но очень привлекательно стремление подчеркнуть функционирование геосистем, их взаимодействие с внешними по отношению к ним системами, а также попытка отметить размерность геосистем, их территориальную приуроченность.

Указание на размерность геосистем встречается и у других авторов. Так, некоторые считают, что «любые земные системы (и актуальные и потенциальные), размеры которых находятся в пределах пороговых значений, независимо от их генезиса можно рассматривать, как географические системы (геосистемы)... Объектами изучения географических наук являются не любые пространственные системы, а лишь те земные системы, которые харак-

¹ Энциклопедический словарь географических терминов. М., 1968, с. 86.

² Энциклопедический словарь географических терминов. М., 1974, с. 76.

³ Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980, с. 46.

⁴ Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978, с. 292

теризуются соответствующими пространственными размерами. Эти размеры в какой-то мере соотносятся с масштабами привычной человеческой деятельности — это наш обычный «мезомир»¹. Отметим, что в таком толковании размерность становится едва ли единственным отличительным признаком географической системы. В других определениях — их к настоящему времени существует немало — подчеркивается ограниченность геосистем в пространстве, их территориальная и временная устойчивость, приуроченность к поверхностному слою рельефа, миграция вещества, энергии и информации в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Говоря о геосистемах, следует обратить внимание и на геологические системы, в определении которых всегда присутствует особый аспект — подчеркивание историзма их формирования. Стратиграфические системы определяются как отложения, образовавшиеся в течение того или иного геологического периода и отражающие крупный этап в истории развития Земли и жизни на ней, причем каждая система отличается особыми, только ей присущими свойствами. Есть и другие применения термина «система», скажем для обозначения групп взаимосвязанных структурных форм (система структур) или обособленных складчатых поясов и т. д.

Понятие «геосистема», первоначально использованное для природных образований, впоследствии было распространено на социально-экономические географические системы и стало таким образом как бы всеобщим понятием для наук о Земле и обществе. Геосистему предлагается трактовать как «универсальную пространственно-временную систему природно-общественного образования»², считая при этом, что «можно говорить раздельно о геосистеме природного или общественного происхождения»³. Такой подход постепенно завоевывает широкое признание. Например, у Э. Б. Алаева система определена как «сочетание объектов /с их свойствами, отношениями/ с упорядоченными взаимными связями, что придает сочетанию новые качества: *целостность* /понимаемая как наличие единой для всего сочетания цели, функции, каковых не было у отдельного составляющего элемента/, *автономность* /понимается как стремление к большей внутренней упорядоченности, восполнение «недостающих» элементов и функций/, *устойчивость* /понимаемая как стремление к сохранению или такому развитию структуры, которое обеспечивает отправление системой генерализованной функции/»⁴. Здесь, как мы видим, не делается различия между природными и социально-экономическими геосистемами. Свойства их, принципы функционирования, наличие взаимосвязей

¹ Гохман В. М., Минц А. А., Преображенский В. С. Системный подход в географии. — Вопросы географии. сб. 88. М., 1971, с. 70—71.

² Асланикашвили А. Ф., Саушкин Ю. Г. Новые подходы к решению методологических проблем современной географической науки. — Материалы XV съезда Географического о-ва СССР. Симпозиум «География в Грузинской ССР». Тбилиси, 1975, с. 33.

³ Там же, 33.

⁴ Алаев Э. Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь. М., 1983, с. 56—57.

полагаются если и не идентичными, то во всяком случае сходными.

Приведенные примеры в достаточной степени характеризуют многообразие подходов и определений, имеющих хождение в современной науке, и в географии в частности. На этой основе можно выделить некоторые общие свойства систем, фиксируемые в большинстве определений: 1) наличие множества элементов (компонентов); 2) целостность системы; 3) взаимосвязь и взаимообусловленность элементов, входящих в систему; 4) порядок и определенная организация системы; 5) особый способ функционирования элементов в системе как единого организма. Для географических систем часто указывается еще одно свойство — их пространственный масштаб.

Еще один важный вывод, который можно сделать из рассмотрения различных определений, относится к разным вариантам употребления самого термина. Он используется по крайней мере в трех различных значениях:

1) для обозначения и выделения более или менее сложного материального объекта (или предмета исследования);

2) для характеристики теоретического построения, концепции, набора взаимосвязанных понятий;

3) для указания на метод исследования как совокупность приемов, принципов и правил.

Все указанные свойства понятия «система» и разные варианты употребления этого термина понадобятся нам при рассмотрении систем, функционирующих в картографии. Но, прежде чем перейти к ним, коротко остановимся на истории внедрения системных представлений в картографическую науку и практику.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В КАРТОГРАФИИ

История внедрения системных представлений в картографическую теорию и практику насчитывает не более двух десятилетий. Но, как уже говорилось, истоки системного подхода отчетливо прослеживаются в комплексном картографировании, которое по методам организации, принципам, т. е. по всей сути своей, всегда было системным. Особенно ярко идеи комплексного картографирования воплотились в создании мировых, национальных и региональных атласов. Как уже указывалось в главе III, развитие советского атласного картографирования осуществлялось на основе методологических указаний, высказанных в письмах и заметках В. И. Ленина по поводу подготовки первых советских атласов и географических карт¹. Ленинские указания требовали полноты и целостности атласов, многосторонности характеристик, отражения в них связей, зависимостей и противоречий, показа динамики, выделения главного. Многие из этих требований, сформулированных В. И. Лениным, легли в основу сегодняшних системных представлений.

¹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 51, с. 267; т. 52, с. 163—165, 234—235, 248, 291; т. 53, с. 12, 69—70, 126, 127, 167, 182, 192; т. 54, с. 123.

Лучшие советские атласы содержат целостное изображение географических систем, их основных компонентов, внутренних и внешних связей, иерархии систем разного ранга. Справедливо сказать, что системные принципы стали основой для составления и согласования карт атласов еще до широкого внедрения системного подхода в картографию.

В середине 60-х годов нашего века было обращено внимание на системное проектирование картографических знаков. М. К. Бочаров, поставивший эту проблему¹, подробно рассмотрел методические и логические основы разработки знаковых систем, сформулировал некоторые закономерности восприятия знаковых изображений. Особо отмечалось, что соподчиненность (иерархия) знаков в системе должна находиться в четком соответствии с классификацией картографируемых объектов. Эти идеи построения знаковых систем восходят к разработкам А. П. Карпинского, который еще в 1881 г. на Международном геологическом конгрессе предложил систему цветowych условных обозначений для геологических карт и одновременно систему геохронологических подразделений. Обе системы разрабатывались согласованно, на основе общих логических принципов. Они были приняты конгрессом и существуют с некоторыми изменениями до наших дней.

Уже в начале 70-х годов быстрое внедрение системных концепций во все отрасли знаний привело некоторых картографов к взгляду на карты как на особые графические системы. Построение и использование карт предполагает некоторую строго определенную последовательность, систему операций, каждая из которых выполняется по определенной программе. А сама карта, считали они, может рассматриваться в виде «памяти», состоящей из набора ячеек, куда заносятся и откуда потом извлекаются необходимые сведения. Это означает, что существуют «принципы организации памяти», а попросту говоря, набор правил, согласно которым та или иная информация помещается на карту, далее есть правила, по которым эта информация снимается с карты и преобразуется для решения конкретных задач². Такой взгляд на карты предполагает, что карта — это некоторая целостная система, «работающая» на принципах кибернетической системы. Здесь чувствуется некоторая искусственность аналогий, а главное — отсутствует четкое представление о том, что карта — *это не система, создаваемая и действующая сама по себе, а модель, отражение геосистемы.*

Качественный скачок в системных представлениях в картографии связан именно с рассмотрением карт и атласов как моделей геосистем³. При таком подходе серии аналитических карт предстают как модели компонентов геосистем, синтетические карты —

¹ См.: Бочаров М. К. Основы теории проектирования систем картографических знаков. М., 1966, с. 135.

² См.: Колеватов В. А. Географическая карта как система.— В сб.: Системный анализ и современная наука. Вып. 1. Новосибирск, 1971, с. 109—112.

³ См.; Берлянт А. М. Картографическое моделирование и системный анализ.— В кн.: Пути развития картографии. М., 1975, с. 98—106.

как модели взаимодействия геосистем, карты динамики и прогноза — как модели функционирования и развития геосистем. Одновременно приемы работы с картами, анализ картографического изображения стали трактоваться как особая совокупность средств изучения структуры, дифференциации, взаимосвязей, динамики геосистем.

В. Б. Сочава, один из основателей системного направления в географии, писал, что «картографирование — один из главнейших приемов изучения геосистем. Карту надо рассматривать как натурную модель геосистемы; на ней фиксируют результаты полевых исследований. В процессе картографирования четче выявляются закономерности строения и развития ландшафтной сферы, что позволяет оценить многие свойства природной среды количественно. При удачном построении легенды карты хорошо выявляется иерархия геосистем. Особое значение имеет карта при учете поступления, преобразования и транспорта субстанции в геосистемах, что определяет показатели многих природных ресурсов (их запасы и возобновление). Карта — важнейший документ для фиксации представлений о геосистемах будущего, без нее практически невозможно формулировать географический прогноз»¹. Придерживаясь точки зрения на геосистемы как на исключительно природные образования, В. Б. Сочава считал, что карты геосистем — это современные (в широком смысле ландшафтные) карты, иначе говоря, карты окружающей среды.

В 1978 г. в Советском Союзе состоялась специальная научная конференция, целиком посвященная системному картографированию природных и социально-экономических комплексов. Это событие стало важной вехой в развитии системных идей в картографии. Был обобщен и подытожен опыт комплексного географического картографирования и намечены пути становления нового направления. Оно реализуется в развитии теории методов системного картографирования, создании серий карт и комплексных атласов, развитии системных методов использования карт. Очень важно, что системное картографирование опирается на новейшие технические достижения, а также на теснейшее сотрудничество с другими науками, прежде всего с науками о Земле и обществе.

Внедрение в картографию системного подхода заставило ученых обратить внимание на многие стороны научной и организационной деятельности, на техническое обеспечение. Исследование и картографирование геосистем требует совершенствования системы сбора, хранения, обработки информации, постоянного наблюдения за состоянием геосистем, а значит — развития новых методов съемки. Здесь взоры обращаются прежде всего к аэрокосмическим съемкам. Таким образом, становится ясно, что внедрение системных идей и системного подхода предполагает широкую постановку проблемы, начиная от теоретических представлений и вплоть до технического обеспечения.

¹ Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978, с. 219.

Последовательно применяемый системный подход затрагивает такие важные разделы современной картографии, как исследование окружающей среды в целях ее оптимизации, картографическое обеспечение природоохранных мероприятий, территориально-производственных комплексов, систем размещения населения, транспортных систем и т. д. Все указанные задачи не являются для картографии принципиально новыми, но рассмотрение их под новым углом зрения позволяет выстроить сами эти задачи в определенную систему, а это способствует их эффективному решению.

Системный подход отчетливо проявился и в теоретических представлениях. Выше было достаточно сказано о его влиянии на картографическое моделирование. Столь же основательно системные концепции расширили представления о картографической информации, генерализации, знаковых свойствах карты, о структуре самой картографии как науки.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В картографии, как и в других науках, термин «система» используется довольно широко. Известны система масштабов, система географических координат, система прямоугольных координат, система условных обозначений, чертежная картографическая система и многие другие названия, куда слово «система» входит как термин свободного употребления.

Но внедрение системных идей в картографию потребовало более строгого обращения с этим термином, стало необходимым зафиксировать его точный смысл и указать пределы применения. На Всесоюзной конференции по системному картографированию К. А. Салищев предложил следующее определение: «... *под системным картографированием понимается создание новых карт, как пространственных образно-знаковых моделей действительности, основанное на системном подходе, во-первых, к отображаемому явлению, во-вторых, к реализации самого картографирования...*»¹. Такое определение системного картографирования геокомплексов, — пишет далее К. А. Салищев, — позволяет установить среди множества проявлений системного подхода в картографии два основных аспекта последнего — *исследование (анализ) геокомплексов как систем и их моделирование в системе карт*»².

В приведенном определении содержится широкая трактовка системного картографирования как научного направления, которое включает, с одной стороны, системное создание карт (отображение, моделирование геокомплексов), а с другой — системные исследования по картам (анализ геокомплексов как систем). Кроме того, в определении говорится и о системной организации самого процесса картографирования. Можно сказать, что это определе-

¹ Салищев К. А. Принципы и задачи системного картографирования. — В кн.: Системное картографирование природных и социально-экономических комплексов. М., 1978, с. 11.

² Там же, с. 12.

ние отражает содержание нового этапа в развитии тематической картографии, нового, более высокого ее уровня, и даже намечает перспективу разработки этого направления.

В рамках системного картографирования, а точнее сказать, системной картографии можно выделить несколько типов систем, куда входят системы материальные, системы-теории и системы-методы. Выделяя их, будем помнить об основных свойствах, которым должна удовлетворять всякая система, и о вариантах употребления самого термина.

Системное создание карт — совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих научно-технических методов, принципов и алгоритмов полевого и лабораторного изготовления карт как моделей геосистем. В эту систему входят в качестве подсистем тематическая основа карт, способы изображения, легенда карты как ее логическая основа. При этом вся методика составления карт, включая разработку программы карты, подбор источников, сам процесс составления, генерализацию и т. д., должна строиться на системных принципах.

Системное использование карт — совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих научно-технических методов, принципов и алгоритмов анализа карт для познания изображенных на них геосистем или их частей. В данном случае имеется в виду разнообразная и целостная система приемов и методов работы с картами, куда входят качественные и количественные приемы (визуальные, картометрические, математические). На системных принципах строится и вся процедура использования карт и отдельные ее этапы: подготовительный, проведения исследований, оценки достоверности и точности результатов.

Теоретико-картографические системы — согласованные, следующие одна из другой теоретические концепции создания и использования карт, основные научные представления о предмете, целях и методах картографии. В современной картографии существует несколько теоретических концепций, по-разному отражающих взгляды картографов и проблемы этой науки. В советской науке, как уже было сказано в главе I, ведущей является познавательная теоретико-картографическая концепция, согласно которой картография — это наука о познании окружающей действительности посредством картографического моделирования, а сами карты трактуются как образно-знаковые модели. Ядро теоретических разработок и поисков составляют проблемы географического картографирования, системного отображения явлений природы и общества и картографического метода познания. Особый упор делается на упрочение связей с географией.

Технические картографические системы — это совокупность приборов, приспособлений, функционирующих во взаимодействии при создании, преобразовании и использовании картографических произведений. К этим системам принадлежит широкий класс устройств, предназначенных для выполнения картосоставительских, оформительских работ, подготовки карт к изданию,

измерений по картам. В зависимости от уровня автоматизации и участия картографа в работе различают механизированные, автоматизированные и полностью автоматические картографические системы (АКС). Каждая из них включает целый комплекс подсистем различной сложности. Так, в автоматическую картографическую систему, как правило, входят три группы устройств: цифрователи, предназначенные для перевода картографического изображения в цифровую форму, электронно-вычислительные устройства для обработки (преобразования, трансформирования) этой цифровой информации и, наконец, устройства вывода картографического изображения на графопостроитель или экран электронно-лучевой трубки.

Технологические картографические системы — совокупность технических операций, выполняемых в определенной последовательности (режиме) по заданному плану или программе для создания, преобразования и использования картографических произведений. Примерами могут служить различные технологические системы подготовки карт к изданию, отражающие последовательность и взаимосвязь процессов вычерчивания карт на жесткой основе, или гравирования на пластинах, их фотографирование, получение цветоделенных оригиналов, а затем негативов с них, печатание и т. д.

Информационные (информационно-поисковые) картографические системы — совокупность языковых и технических средств для хранения, поиска и выдачи по запросу пространственно-координированной картографической и аэрокосмической информации. В информационных системах используются особые языки, удобные для механических или автоматических средств поиска. С их помощью кодируются вид картографического произведения, его тип, пространственный охват, масштаб и другие характеристики, а затем по этим характеристикам потребитель может затребовать нужные ему карты, атласы или аэрофотоснимки. К информационным картографическим системам относятся и автоматизированные фонды цифровой информации, где накапливаются и хранятся самые разнообразные сведения о природе, хозяйстве, населении и других географических особенностях территории, причем каждый элемент информации имеет точную координатную привязку. По этим координатам он может быть помещен на составляемую тематическую карту.

Таким образом, в число картографических систем (все они схематично представлены на рис. 42) входят материальные системы (технические, информационно-поисковые), системы-теории и системы-методы (создание и использование карт, технологические системы). Суммируя все рассмотренные выше системы, можно получить общее представление о картографической системе. Под ней понимается *совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих научных концепций и (или) технических принципов, методов, алгоритмов, приборов, функционирование которых имеет целью создание или использование картографических*

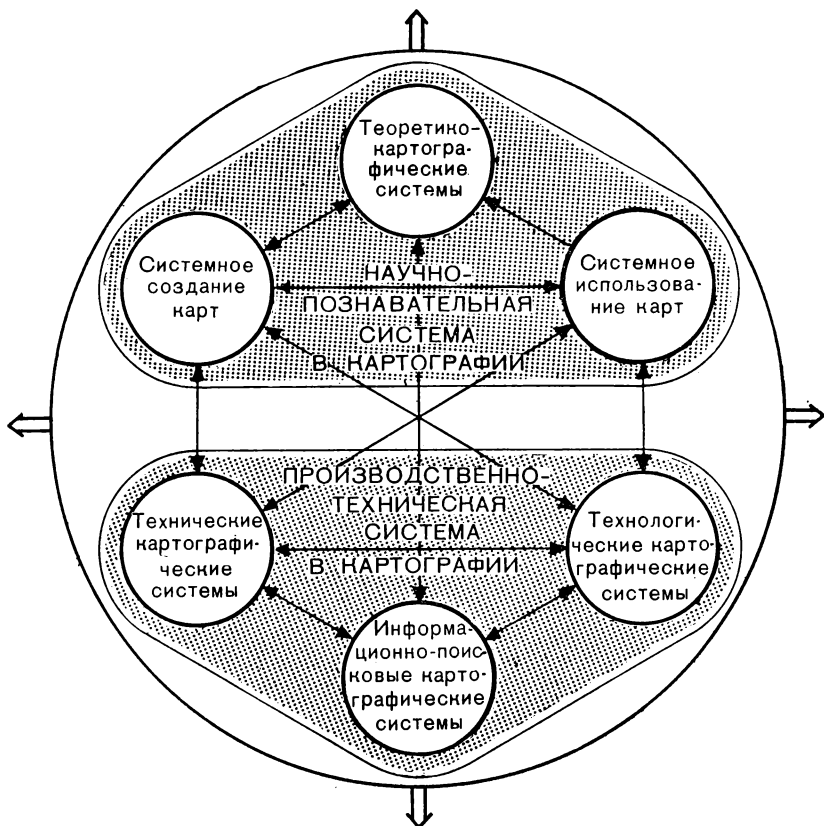


Рис. 42. Системы, функционирующие в картографии.

произведений как моделей геосистем. В этом определении важно указание конечной цели, назначения всех систем, действующих в картографии: это создание и использование карт как моделей природных или социально-экономических геосистем.

Названные выше системы — основные в картографии, хотя при ином подходе можно было бы выделить системы по иным признакам. Например, по тематике различаются системы топографического и тематического картографирования, каждая со своим набором правил, методов, технических средств. По методу можно выделить системы наземного, аэрокосмического и подводного картографирования, по масштабу — системы крупно-, средне- и мелкомасштабного картографирования и т. д. Системная концепция вполне допускает (и даже предполагает) возможность и правомерность разных подходов к выделению систем в зависимости от принятых оснований и поставленных целей.

Все шесть типов картографических систем объединены между собой множеством прямых и обратных связей. Системы-методы оказывают влияние на теоретические и технические системы, а те, в свою очередь, воздействуют на развитие систем-методов. Весьма тесно связаны между собой создание и использование карт, техника и технология, техника и информационно-поисковые системы. И все же среди многообразия связей можно выделить две группы систем, четко различающихся по своему составу и функциям. Это, во-первых, научно-познавательная система (надсистема), куда входят системы создания, использования карт и теоретико-картографические. Главное назначение этой надсистемы — познание природы и общества с помощью карт.

Другую, производственно-техническую систему (надсистему) составляют технические, технологические и информационно-поисковые системы, основная задача которых — материально-техническое обеспечение всех процессов создания и использования карт в научной и практической деятельности.

Переходя на еще более высокий иерархический уровень, можно объединить научно-познавательную и производственно-техническую системы в единую надсистему, охватывающую почти все стороны картографии как науки и производства. В таком виде предстает *системная картография, т. е. целостная совокупность теорий, методов и технических средств, входящих в научно-познавательную и производственно-техническую системы.*

Системная картография — наиболее высокий организационный, научный и производственный уровень развития картографии, когда все теоретические построения, методы создания и использования карт строго подчинены системной организации, а техническую базу составляют развитая система фондов картографической информации и автоматизированные картографические системы.

На этом уровне будет достигнуто органическое соединение системных картографических исследований природы и общества с системной организацией картографического производства. Картография сегодняшнего дня еще не достигла этого уровня, хотя в отдельных своих звеньях приближается к нему. Сейчас системные принципы реально воплощены в теоретико-познавательной концепции, составляющей основу географической картографии. Системный подход находит выражение в практике проектирования комплексных атласов и серий тематических карт природы и общества, в картографическом обеспечении народнохозяйственных проектов, в организации и проведении исследований по картам. На системных принципах строятся фонды картографических данных и информационно-поисковые системы.

Вся системная картография как единое целое должна находиться во взаимодействии с другими науками, также организованными по системному принципу, прежде всего с географией («системной географией»), геологией, аэрокосмической съемкой и т. д. Многие черты такого взаимодействия хорошо различимы уже сейчас.

Глава VII. КАРТОГРАФИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Только в нашей стране человеку предоставлена возможность быть не бессовестным эксплуататором природы и не бессильной былинкой в ее потоке, а великой направляющей силой мироздания. Для этого он должен подсмотреть таинственную взаимосвязь, объединяющую ее явления в живой целостный организм, чтобы облегчить и ускорить работу природы в стремлении ее к совершенству...

Леонид Леонов

В первых главах этой книги было показано, что картография теснейшим образом связана с народнохозяйственной практикой. Ее запросы — важнейший стимул для развития картографии. Это касается размещения промышленности, гражданского и дорожного строительства, сельскохозяйственного освоения земель, разведки полезных ископаемых и многих других отраслей хозяйства. И все же есть сфера, где современной картографии принадлежит особая роль, — это охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Охрана окружающей среды — система государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и воспроизводство природных ресурсов, на защиту природной среды от загрязнения и разрушения в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей людей. Актуальность комплекса проблем, связанных с охраной окружающей среды, подчеркивается в решениях Коммунистической партии и Советского правительства. В них говорится о необходимости развития научных основ рационального использования и охраны почв, земных недр, растительного и животного мира, воздушного и водного бассейнов, о расширении комплексных исследований Мирового океана, дальнейшей разработке методов прогнозирования погоды и стихийных бедствий.

КАРТЫ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕМАТИКИ

Важными и совершенно необходимыми документами при решении проблем охраны среды и рационального использования природных ресурсов служат карты, особенно комплексные взаимосвязанные системы карт, специально создаваемые для этих целей. Они включают карты разной тематики, которые отражают структуру и взаимосвязи компонентов среды между собой и с хозяйственными системами, карты разновременные, позволяющие следить за динамикой среды и прогнозировать ее развитие, а также карты разного масштаба, характеризующие природные и природно-хозяйственные системы разного ранга и уровня организации. При этом речь идет

не просто о больших и разнообразных комплексах тематических карт, а об их целесообразном и оптимальном наборе для каждой конкретной задачи.

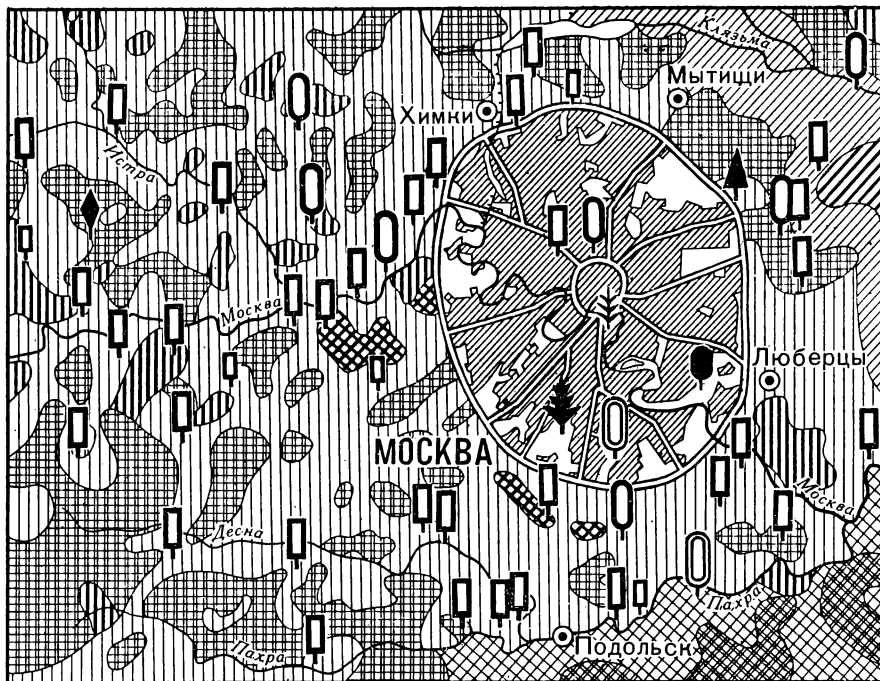
Специфика проблем охраны окружающей среды и происходящих в ней изменений не позволяет ограничиться использованием только существующих тематических и топографических карт. Нужны карты нового типа и нового содержания, специально предназначенные для решения сложных комплексных проблем охраны среды. В настоящее время они составили особую и довольно разнообразную по набору *группу карт охраны окружающей среды, т. е. карт, показывающих охраняемые территории и систему научно-технических и административно-правовых мероприятий, направленных на сохранение, рациональное контролируемое использование природных ресурсов (включая их возобновление) и окружающей среды.*

Содержание карт этой группы включает оценку современного состояния окружающей среды и ее компонентов: рельефа, вод, почвенно-растительного покрова и др. На них показывают совокупность положительных и отрицательных последствий хозяйственной деятельности человека, дают прогноз развития природной среды в будущем под влиянием антропогенных воздействий. Среди карт охраны окружающей среды различают два основных типа. К первому относятся карты нарушений среды, из которых наиболее важны карты техногенных деформаций рельефа, загрязнения поверхностных и подземных вод суши и океанов, эрозии почв, нарушений растительности и биологических сообществ.

Ко второму типу принадлежат карты природоохранных мероприятий и охраняемых территорий: заповедников, заказников, национальных парков и других территорий, важных с точки зрения сохранения природного равновесия и улучшения среды. Такова, например, карта охраны растительности Москвы и ее окрестностей (рис. 43).

Карты охраны окружающей среды должны удовлетворять ряду условий. Само собой разумеется, что они должны быть взаимно согласованы и сопоставимы, характеризовать отдельные природные компоненты (аналитические карты) и их целостные взаимосвязанные совокупности (комплексные и синтетические карты). Отдельные карты или система карт непременно должны содержать оценочные сведения с позиций благоприятности для жизни людей и хозяйственного освоения. Оценки обычно дают в стоимостном выражении, например в затратах на проведение почвенно-мелиоративных работ, либо в условных баллах, указывая, скажем, благоприятные, малоблагоприятные и неблагоприятные для мелиораций районы.

Желательно, чтобы карты содержали количественные данные о состоянии окружающей среды и ее компонентов по экономическим или по физико-географическим районам, что удобно при конкретных расчетах и планировании. Для практического применения карт важно, чтобы система условных обозначений и количественных показателей допускала картометрическую и математико-статистическую обработку с целью получения новых производных карт.



СОВРЕМЕННАЯ ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Режимы охраны	Заповедный	З а н а з н о й			
		З а н а з н и к и			
		площадью от 800 до 15000 га	площадью от 30 до 600 га	площадью менее 30 га и памятники природы	
Музеи-заповедники	Музеи-заповедники	Ботанические, лесоводственные, комплементарные	Зоологические, репрезентативные, геологические и др.	Ботанические, лесоводственные, комплементарные	Зоологические, репрезентативные, геологические и др.
Еловые, пихтово-еловые и широколиственно-еловые леса		▲			
Лесная, луговая, болотная растительность речных долин		◆			
Ботанические сады и дендрарии			▼	▼	
Парки	○	●		○	□

СТЕПЕНЬ СОХРАННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

	Растительность относительно хорошо сохранилась	Растительность изменена деятельностью человека	Естественная растительность не сохранилась
Южнотаежные леса	▨		▨
Широколиственно-хвойные	▨	▨	▨
Широколиственные леса	▨	▨	▨

Рис. 43. Карта охраны растительного мира Москвы и ее окрестностей (часть карты «Охрана растительного мира Нечерноземной зоны РСФСР», 1977, под ред. Е. М. Лавренко и А. С. Карпенко).

По назначению различают несколько видов карт охраны окружающей среды: научно-справочные (для исследовательских целей), прикладные (для решения производственных задач), учебные (для школ и вузов), агитационно-пропагандистские (для разъяснения широким массам значения и характера природоохранных мероприятий). По степени обобщения все эти карты делятся на аналитические, показывающие отдельные компоненты среды, комплексные, отражающие совокупность нескольких взаимосвязанных компонентов, и синтетические, изображающие целостную (интегральную) характеристику окружающей среды.

В настоящее время нельзя ограничиться созданием отдельных специальных карт окружающей среды. В СССР и ряде других стран ведутся работы над атласами природных ресурсов. При этом одни, главным образом развивающиеся страны создают атласы для целей освоения природных ресурсов, а другие, прежде всего развитые государства — для защиты ресурсов и окружающей среды. В атласах даются системы карт, характеризующих, с одной стороны, особенности среды, в той или иной степени влияющие на жизнь населения и экономику страны, а с другой — природные объекты, испытывающие активное воздействие человека и техники.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО КАРТАМ

Посмотрим теперь, как применяются карты для охраны отдельных компонентов и всей окружающей среды в целом, для рационального использования природных ресурсов.

Изучение рельефа как одного из основных элементов окружающей среды предполагает его оценку в практических целях для разных видов строительства, освоения и мелиорации сельскохозяйственных земель, прокладки дорог, трубопроводов и т. п. По картам выявляют и предсказывают процессы, способные повлиять на ход строительства или освоения, такие, как водная эрозия, осыпи, оползни, лавины, сели, карстовые процессы. Особые карты деформаций рельефа позволяют изучить и количественно оценить техногенные воздействия, вызванные эксплуатацией минерального сырья, размещением промышленных отходов, созданием искусственных водоемов, подтоплением территории и т. п.

Особенно широко карты рельефа, прежде всего морфометрические, используются при изучении эрозионных процессов. Они позволяют не только дифференцировать территорию по интенсивности возникновения оврагов и промоин, но и рассчитать вероятность эрозионной опасности, например, при разных вариантах сельскохозяйственной обработки земель. Такие расчеты имеют непосредственный практический выход. На их основе разрабатывают конкретные противоэрозионные мероприятия, меняя, скажем, структуру и соотношение посевных площадей, режим культивации, устанавливая нормы выпаса скота на эрозионноопасных землях и др.

Морфометрические исследования в масштабе крупных регионов позволяют обнаружить развитие эрозии в районах интенсивного

сельскохозяйственного освоения, таких, как Нечерноземная зона, и даже на территориях, слабо освоенных человеком, например в тундре. По сериям карт можно установить зависимость этого процесса от природных и экономических факторов: режима осадков, стока, объемов снеготаяния, структуры почв и грунтов, характера распахки, гидротехнического строительства и др.

Изучение и охрана земельных ресурсов также сопряжены прежде всего с разработкой противозерозионных и почвозащитных мероприятий. Оценка современного состояния земель выполняют по картам землепользований и почв. Используются, кроме того, особые карты агропроизводственных групп почв, категорий эродированных, каменистых, засоленных, солонцеватых, переувлажненных и других земель, химизации почв, естественных кормовых угодий, землеустройства и др. По этим картам наряду с оценкой земель составляют прогнозы их использования, разрабатывают планы мелиорации, включая орошение, осушение, химические и технические мероприятия, планируют повышение продуктивности угодий, охрану и рекультивацию земель. По разновременным картам отмечают изменения в использовании земель, процессы разрушения почвенного покрова, вовлечение земель в сельскохозяйственное производство и т. п.

С развитием ландшафтно-геохимического картографирования стало реальным определение содержания в почвах твердых, жидких и даже газообразных продуктов техногенеза, вносимых с удобрениями и угрожающих «здоровью» производимого продовольствия. Картографический анализ разрушительной роли рассредоточенных в почве техногенных отходов дает возможность оценить опасность заражения обширных регионов при современном уровне хозяйственного освоения, а также определить наиболее вредные виды техногенного воздействия.

Картографический анализ растительных ресурсов применяется для изучения их современного состояния, оценки запасов, продуктивности и урожайности, для правильного использования (заготовок) и воспроизводства ресурсов. По картам растительности и другим картам природы, населения и хозяйства удается проследить изменения в растительном покрове вследствие смены природных условий или за счет техногенных и антропогенных воздействий. В некоторых хорошо освоенных районах, сравнивая старые картографические источники с современными, можно обнаружить перераспределение угодий, например сокращение лесов, лугов, прирост пашен и пастбищ. Установив границы распространения естественной растительности в прошлом, можно наметить районы, где целесообразно провести восстановительные мероприятия, например возобновление лесов.

Картометрические и статистические определения по картам растительности дают сведения о площадях, занятых ассоциациями и отдельными видами растительности, о степени заболоченности и залеженности территории, о связях растительного покрова с другими биотическими и абиотическими природными факторами, о динамике биогеоценозов. Особый и интересный аспект использования

карт растительности — применение их для целей биометрии. Так, по крупномасштабным картам удается подсчитать площади основных типов лесов, лугов, определить их продуктивность, объем зеленой массы и другие параметры.

Очень важно иметь в виду, что карты растительности содержат большую «скрытую» информацию об окружающей среде. Чутко реагируя на почвы и рельеф, гидроклиматические условия, антропогенные и техногенные воздействия, растительность служит как бы зеркалом состояния среды, отражающим взаимоотношения природы и человека. Скрытую информацию, содержащуюся в геоботанических картах, можно выявить путем их пересоставления, т. е. создания производных карт, например карт восстановленной и потенциальной растительности. Затем, сравнивая их с картами современной растительности, прослеживают изменения, вызванные хозяйственной деятельностью человека. Составив далее карту нарушенности растительного покрова, можно сопоставить ее с картами плотности населения, использования земель, густоты дорожной сети, размещения промышленности, туризма и др. Такое сопоставление показывает антропогенную «нагрузку» на природную среду, позволяет разработать рекомендации по использованию земель и охране природы.

Еще более продуктивно пересоставление карт растительности с привлечением карт иной тематики, в результате чего получают ландшафтно-геоботанические, геолого-геоботанические, почвенно-геоботанические и другие карты. В настоящее время пересоставление карт растительности особенно широко и эффективно применяется в экологических исследованиях.

По зоогеографическим картам определяют **ресурсы животного мира**, ареалы распространения отдельных видов животных, птиц, рыб, факторы и условия их обитания, возможности промыслового использования, нуждаемость в защите, стоимость защитных мероприятий и т. п. Картографическим методом производят оценку состояния и численности животного населения в данный момент и в будущем, устанавливают зависимости между состоянием ландшафтов, продуктивностью растительности и плотностью животных в целом и по отдельным видам, решают задачи сохранения ценных видов, регулирование численности животных и др. Карты используют и для правильной оценки охотничье-промысловых ресурсов в обширных регионах или на отдельных угодьях, для планирования оптимальных вариантов охотопользования.

Использование карт животного мира в комплексных исследованиях окружающей среды проясняет характер и степень вовлечения разных групп животных в процесс освоения ресурсов, позволяет обнаружить вредителей естественной растительности и сельскохозяйственных культур, животных-переносчиков и возбудителей болезней человека, растений и животных. Такой анализ необходим для определения путей и способов воздействия человека на животный мир.

Изучение по картам водных ресурсов проводится для того, чтобы получить гидрографические характеристики территории, определить условия и факторы формирования ресурсов, оценить их коли-

чество и качество, общую водообеспеченность, возможности использования вод в отраслях народного хозяйства, разработать водоохозяйственные и водоохранные мероприятия. Математико-статистическая обработка гидрологических карт дает представление о связях отдельных характеристик вод с другими компонентами окружающей среды, позволяя рассчитать составляющие водного баланса, а это важно для комплексного использования водных ресурсов каждого бассейна, оценки запасов подземных вод, правильной организации разведочных водопоисковых работ, оптимального размещения по территории водоемких отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Карты загрязнения поверхностных и подземных вод содержат сведения о соотношении чистых вод, частично загрязненных и непригодных для употребления, об объемах загрязнения рек и озер, нарушениях режима грунтовых вод и т. п. Сравнение старых топографических карт с современными открывает иногда уникальную возможность проследить процессы изменения водных ресурсов в пределах отдельных бассейнов.

Карты охраны водных ресурсов используют при планировании мероприятий по очищению вод, восстановлению и перераспределению ресурсов по территории, защите от затопления в случае критического подъема уровня рек и водоемов.

Многообразную информацию о состоянии и динамике гидрологических объектов дают карты, которые можно отнести к категории гидрогеоморфологических. Они характеризуют динамику русел, дельт рек, перераспределение наносов в устьях и вдоль побережий. Разновременные карты фиксируют изменение гидрологических процессов и других элементов окружающей среды в связи с искусственным повышением или понижением базиса эрозии при гидротехническом строительстве. В качестве примера укажем на использование старых карт для оценки изменения окружающей среды в бассейне озера Севан или в окрестностях Братского водохранилища.

Природная среда и ресурсы океанов — сравнительно новый объект для применения картографического метода исследования. В настоящее время по картам определяют энергетические, минерально-сырьевые и биологические ресурсы океана. Батиметрические карты интенсивно используют для инженерного проектирования (например, при прокладке нефтепроводов, кабелей и т. п.), в качестве основы для геологоразведочных работ на шельфе, изучения рыбных ресурсов, наблюдения за динамикой процессов, происходящих в океане.

Эффективность картографического метода значительно возросла с развитием тематического картографирования океанов, развернувшимся в последние десятилетия. Появление новых тематических карт океанов и морей создало условие для изучения циркуляции водных масс, формирования погоды и климата в пределах океанов, для определения запасов биомассы и растворенных веществ во всем Мировом океане, в отдельных его частях и зонах, в мелководных и при-

брежных районах и т. п. Тематические карты и дистанционные снимки применяют для планирования промысла и воспроизводства морских животных, организации рыболовства, разработки мер по предотвращению загрязнения природной среды океанов, и в первую очередь особо уязвимых акваторий. К ним относятся прибрежные части шельфа, заливы и крупные эстуарии.

В нашей стране мощным стимулом к проведению картографического анализа стало создание советского трехтомного «Атласа океанов» — фундаментального произведения, содержащего самые новые сведения о рельефе и строении дна Мирового океана, его климате, гидрологических и гидрохимических характеристиках, биогеографии и биологических ресурсах. Карты атласа богаты по тематике и точны, они составлены по данным обработки десятков тысяч гидрометеорологических наблюдений, промеров и проб, записей в судовых журналах.

Одна из важнейших и весьма актуальных в настоящее время областей приложения картографии связана с разработкой территориальных комплексных схем охраны природы. В данном случае речь идет о конструктивном научном направлении, когда дело не ограничивается составлением карт, фиксирующих состояние природы, населения и экономики либо дающих им оценку. Ставятся более крупные цели: создание рекомендательных карт — научно-проектных документов для практической реализации системы природоохранных мер.

Таким образом, карты реально становятся инструментом управления, планирования и проектирования, иначе говоря, конструктивного преобразования связей между природой, населением и хозяйством. Карты непосредственно включаются в процесс принятия решений.

Задача эта громадна по замыслу и объему картографических работ. Для ее осуществления необходима сложная и весьма разветвленная система аналитических и синтетических карт разной тематики (как отраслевой, так и межнаучной), охватывающих всю страну, крупные ее регионы (республики, края, области, промышленные и сельскохозяйственные зоны), отдельные районы, промышленные узлы, города.

В настоящее время государственное планирование природоохранных мероприятий, как правило, осуществляется по отраслям хозяйства. Но практика настойчиво требует создания сети территориальных органов управления охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Эти органы должны сочетать отраслевые и комплексные территориальные принципы решения природоохранных проблем, а территориальный подход, как известно, немислим без картографического обеспечения. Поэтому роль карт и картографического метода исследования многократно возрастает. Комплексность проблемы требует претворения в жизнь системного подхода, сопряженного картографирования природных и социально-экономических комплексов, обеспечения различных вариантов решений. Вариантность решений — важная особенность

картографического моделирования, ниже мы рассмотрим ее более подробно.

Карты призваны помочь объективному районированию территории по природным ресурсам и по нуждаемости в охране. По ним выявляют наиболее острые проблемы, «горячие точки», подлежащие первоочередному анализу. Карты помогают исследовать в территориальном (пространственном) аспекте главные факторы, вызывающие отрицательные изменения в природе, оценить направленность, интенсивность и продолжительность их воздействия, возможные последствия и ущерб, наносимый окружающей среде. Без карт трудно, а иногда даже невозможно достоверно определить допустимые нагрузки на среду, нельзя обосновать целостную систему охранных мероприятий, а главное — их территориальную дифференциацию. Система карт обеспечивает еще один важный принцип охраны окружающей среды: согласование и увязку по времени и месту мер, намечаемых для разных компонентов, последовательность и очередность охранных мероприятий. Все это очень важно, поскольку в конечном счете этим определяются материальные затраты общества.

Принципиальная схема картографического обеспечения природоохранных мероприятий представлена на рис. 44. В качестве исходной информации при разработке этих мероприятий взяты старые и современные топографические и тематические карты, статистические данные, аэрофотоматериалы, космические снимки. По ним созданы два вида документов: карта (карты) состояния территории в начальную стадию освоения и карта (карты) современного хозяйственного освоения. Дополнительно может быть получена карта, характеризующая интенсивность и продолжительность техногенного воздействия на окружающую среду.

Следующий этап — создание серии оценочных карт. На карте изменений окружающей среды за период освоения территории отражаются трансформации, происшедшие за рассматриваемый промежуток времени. На ней показывают общие размеры изменений, перераспределение использования земель, выделяют полностью или частично преобразованные компоненты среды, отмечают разрушенные или полностью уничтоженные элементы ландшафта. Кроме того, составляют карты устойчивости природной среды к техногенному воздействию.

Далее переходят к прогнозированию. Для этого составляют картографические модели — варианты будущего хозяйственного развития и освоения территории — и оценивают последствия с учетом уже происшедших трансформаций. Карты-варианты отражают различные подходы к экономическому будущему территории и возможные направления хозяйственной политики. Имея их, можно в камеральных условиях исследовать ожидаемые состояния окружающей среды, экспериментально проанализировать, как повлияют на нее проектируемые промышленные и горнодобывающие предприятия, новые зоны сельскохозяйственного освоения, транспортные магистрали и т. п. С помощью вариантных карт можно выбрать оптимальные условия размещения предприятий, спроектировать природоохран-

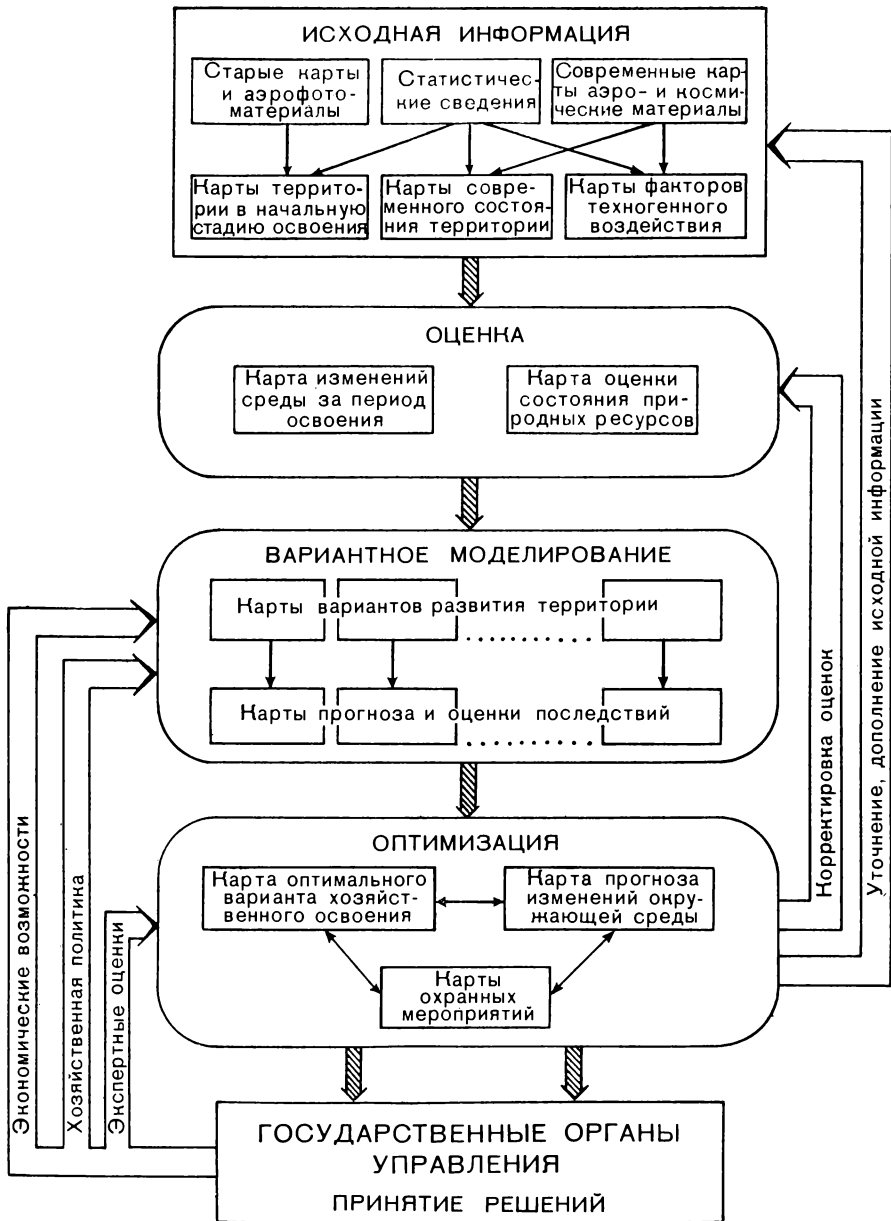


Рис. 44. Схема картографического обеспечения охраны и оптимизации окружающей среды.

ные мероприятия, наметить заповедные зоны и т. п. Картометрические определения по вариантным картам дадут количественную информацию для подсчета экономической эффективности того или иного проекта освоения территории, позволяя определить возможный ущерб, наносимый окружающей среде. Эти сведения составляют главное содержание вариантных прогнозных и оценочных карт последствий хозяйственного освоения территории.

На последнем этапе на основе экспертных заключений специалистов выбирается оптимальный вариант хозяйственного развития территории и составляется итоговая карта. Одновременно создается прогнозная карта изменений окружающей среды и планируемых охранных мероприятий. Назначение карт этой группы — оптимизация использования природных ресурсов, достижение наиболее благоприятного взаимодействия природных и хозяйственных компонентов. Оптимизация всегда направлена на повышение и развитие как природного, так и экономического потенциала территории. А. Г. Исаченко отмечает, что «оптимизация природной среды включает в себя рациональное, научно обоснованное и технологически совершенное использование природных ресурсов; охрану природных комплексов, то есть их защиту от техногенных нагрузок в разных формах, вплоть до полного заповедования, и активное регулирование природных процессов на строго научной основе, или мелиорацию. В известном смысле цели оптимизации сводятся к нахождению сбалансированного отношения между эксплуатацией, консервацией и мелиорацией природной среды»¹.

На карте охранных мероприятий отражаются конкретные предложения по сохранению и улучшению водных ресурсов (например, размещение станций по биологической и физико-химической очистке вод, систем оборотного водоснабжения), по улучшению и восстановлению лесных ресурсов (например, пожарная охрана, защита от болезней, посадки леса), охране животных и рыбных ресурсов (охрана нерестилищ, организация заповедников, заказников, зверопитомников и т. п.), сохранению и мелиорации земель от эрозии, дефляции, оползневых процессов и т. д.

Карты оптимальных вариантов предназначены для государственных органов управления, где они используются для централизованного планирования, для принятия решений относительно защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

КАРТЫ И МОНИТОРИНГ

В нашей стране широко развернута программа исследования Земли из космоса, осуществляемая в интересах науки и многих отраслей народного хозяйства.

Пожалуй, наиболее эффективно использование космических съемок в геологии. С их помощью уточнены и дополнены геологические

¹ Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды (географический аспект). М., 1980, с. 24.

карты, разработаны новые методы исследования обширных регионов, поисков полезных ископаемых, обнаружены крупные разломы на земном шаре. Космические съемки дали новую информацию не только о малоизученных и труднодоступных участках поверхности, но и о глубинном строении земной коры, о скрытых глубинных разломах (линеаментах), громадных кольцевых образованиях, тектонических структурах фундамента. По снимкам изучается геологическое строение океанических мелководий и шельфовых зон.

С помощью съемок из космоса обнаружены и неизвестные прежде географические объекты (например, ледники в горах), исследованы динамические процессы, происходящие на суше и в океане. Космические методы исследований внедрены в сельское хозяйство. Они позволяют следить за запасами влаги в почве, состоянием посевов, использованием пастбищ, прогнозировать урожай. По снимкам из космоса ведут инвентаризацию лесных ресурсов, картографируют их и даже подсчитывают запасы древесины, следят за состоянием лесов, подверженностью их различным болезням, зараженностью вредителями. Съемки из космоса позволяют обнаружить лесные, тундровые и степные пожары, организовать противопожарные мероприятия, ликвидировать очаги возгорания.

Весьма интенсивно космические методы используются для изучения океана, атмосферы и их взаимодействия. Оперативно получаемые снимки используются для наблюдения за развитием динамических процессов, прогноза погоды, оповещения о надвигающихся штормах и ураганах. Ледовые карты, составляемые по спутниковым данным, используются в навигации, а карты состояния поверхности океана применяются при организации рыбного промысла.

В настоящее время сформировалось особое направление в изучении Земли — космическое природоведение. В решениях XXVI съезда КПСС ставится задача дальнейшего изучения и освоения космического пространства в интересах науки, техники и народного хозяйства. Программа космических исследований в Советском Союзе включает использование орбитальных станций, космических управляемых кораблей, специальных ресурсных и метеорологических спутников. Обработка информации ведется организациями Главного управления геодезии и картографии, Государственного комитета гидрометеорологии и охраны природной среды, научными учреждениями Академии наук, многими производственными организациями.

Космические съемки заметно повлияли на картографию. Появились новые способы мелко- и среднемасштабного картографирования непосредственно по снимкам со спутников. В результате уточнены, обновлены и детализированы многие тематические карты, созданы новые типы космофотогеологических, космофотогеоботанических, космофотоландшафтных и других карт, составлены целые атласы таких карт. Съемки из космоса позволили усовершенствовать методику картографической генерализации, повысить точность и географическую достоверность карт, надежность взаимного согласования внутри серий тематических карт. Создание единой автоматизированной системы обработки аэрокосмической информации, включая и

картографирование, поднимает современную картографию на качественно новый технический уровень.

В настоящее время два родственных метода — картографический и аэрокосмический — тесно взаимодействуют при изучении природы, хозяйства и населения. Предпосылки такого взаимодействия заложены уже в свойствах карт, аэро- и космических снимков как моделей действительности, в сходстве методических приемов извлечения и обработки информации.

Одна из наиболее важных областей сотрудничества двух методов — организация и проведение мониторинга окружающей среды. Суть мониторинга состоит в совместном применении аэрокосмической информации и карт для оперативного слежения за окружающей средой и ее компонентами с целью управления ими.

Ведущий специалист в области проблем мониторинга Ю. А. Израэль подчеркивает, что мониторинг — это прежде всего система для обнаружения антропогенных изменений окружающей среды на фоне ее естественных колебаний¹. В задачи такой системы входят, во-первых, слежение за факторами воздействия на среду, ее состоянием и изменением этого состояния, во-вторых, прогноз состояния и, в-третьих, оценка изменений этого состояния и его тенденций. Мониторинг должен ответить на вопросы о причинах возможных нарушений природной среды, о нежелательности или, наоборот, допустимости тех или иных изменений природы, о нормах нагрузки на нее.

Мониторинг — крупная научная и одновременно народнохозяйственная проблема. Она решается и для отдельных регионов Советского Союза и для всей страны в целом и даже в глобальном масштабе.

Виды мониторинга можно классифицировать по пространственному охвату: локальный, региональный, глобальный мониторинг — либо по объектам наблюдения: слежение за атмосферой, океаном, почвенным покровом, биологическими ресурсами, опасными природными явлениями, техногенным загрязнением и т. п. Кроме того, виды мониторинга различаются по методам наблюдения (прямое инструментальное наблюдение, косвенное индикаторное наблюдение, аэрокосмическая съемка, сравнение разновременных картографических материалов), по целям (краткосрочный или долгосрочный прогноз, предотвращение опасных природных явлений, улучшение и оптимизация среды и т. п.), по надежности и оперативности и по иным параметрам.

Важнейшая задача мониторинга — наблюдение за теми изменениями, которые связаны с деятельностью человека. Ведь часто именно его хозяйственное воздействие приносит опасные изменения в природные геосистемы, ведет к их частичному, а иногда даже к полному перерождению или уничтожению. Одновременно нужно следить и за естественными природными процессами, преж-

¹ См.: Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л., 1979.

де всего за такими явлениями, как циклоны и штормы, песчаные бури, лавины и сели, наводнения, лесные и степные пожары и др.

Мониторингу окружающей среды посвящены в настоящее время многие национальные и межнациональные программы и проекты, выполняемые в рамках специальной Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Существует также ряд других программ, разработанных Всемирной метеорологической организацией, Советом Экономической Взаимопомощи, Европейской Экономической комиссией и т. д.

В Советском Союзе слежение и контроль за природной средой осуществляются в основном Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Министерством мелиорации и водного хозяйства, Министерством сельского хозяйства, Государственным комитетом СССР по лесному хозяйству.

В системе мониторинга различают три уровня. Первый — это санитарно-токсический мониторинг. Его цель — слежение за загрязнением окружающей среды, содержанием в ней токсичных, отравляющих веществ, пыли, болезнетворных организмов, дымов промышленных предприятий и транспорта, отходов нефтепродуктов и т. п., а также за уровнем вредных шумов. Второй уровень — экологический мониторинг — решает задачи наблюдения за изменениями в экологических системах, биосферах, в их продуктивности, в запасах различных природных ресурсов. Наконец, третий уровень составляет биосферный мониторинг. Он позволяет определить самые общие глобальные (фоновые) трансформации природы земного шара или крупных его участков, те, что связаны с изменением количества поступающей солнечной радиации, содержанием в атмосфере углекислого газа и кислорода, с общей запыленностью воздуха, процессами глобальной циркуляции и взаимодействия океана и атмосферы, с погодно-климатическими изменениями на нашей планете.

Основное средство осуществления мониторинга — система аэрокосмических съемок, опирающаяся на сеть наземных наблюдений. Эта система включает наблюдения с искусственных спутников Земли типа «Метеор» и «Космос», с пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций. Спутники оборудованы фотографическими или телевизионными съемочными системами, а полученная ими информация передается в наземные приемные центры. Кроме того, система мониторинга предусматривает аэрофотосъемку отдельных эталонных участков земной поверхности и наземные наблюдения тех же участков со стационарной сети или с передвижных лабораторий, смонтированных на автомобилях или на судах. Эти наблюдения, называемые подспутниковыми, облегчают обработку космической информации. Как правило, они выполняются в те же сроки, что и съемка из космоса, и дают сведения о физико-химических параметрах эталонных объектов (почв, растительного покрова, водных масс и др.). Схема космических и подспутниковых наблюдений представлена на рис. 45.

ИСЗ типа "Метеор"

Носимические корабли "Салют"

ИСЗ серии "Носмос"

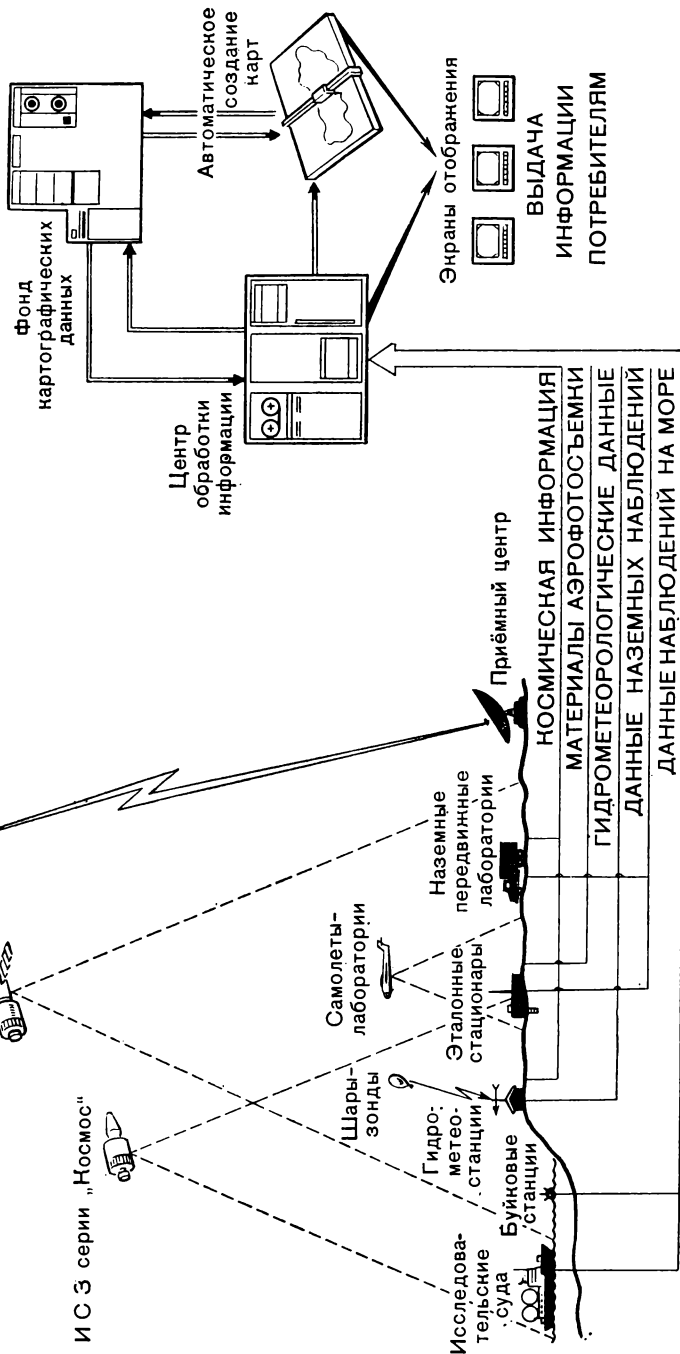


Рис. 45. Схема космических и подспутниковых наблюдений и систем их обработки.

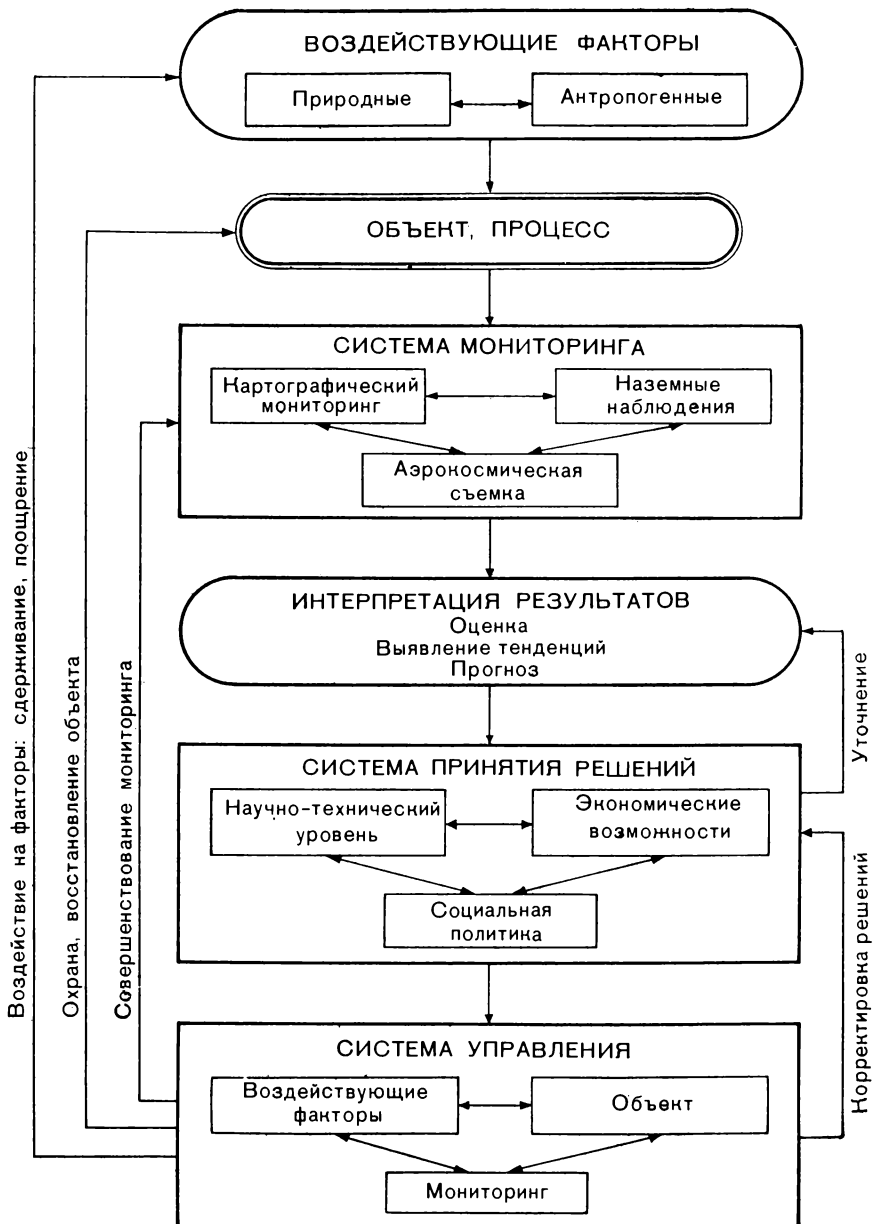


Рис. 46. Мониторинг в системе управления окружающей средой.

Вся собранная информация поступает в центр обработки, где осуществляется коррекция космических снимков, их эталонирование по данным подспутниковых наблюдений, визуальное или автоматическое дешифрирование и составление оперативных картографических документов. Они выдаются потребителям, т. е. организациям и учреждениям, заинтересованным в результатах мониторинга. Важное место в мониторинге отводится картографической подсистеме. Прежде чем перейти к рассмотрению этой картографической части мониторинга остановимся на его общей логической схеме¹, которая представлена на рис. 46. В верхней части схемы указаны воздействующие факторы, природные и антропогенные, которые, взаимодействуя между собой, так или иначе влияют на исследуемый объект или процесс. В результате объект в большей или меньшей степени изменяет свое первоначальное состояние. Мониторинг как раз и должен обнаружить эти изменения.

Система мониторинга состоит из трех основных подсистем. О них уже говорилось выше: это аэрокосмическая съемка, наземные наблюдения и картографическое обеспечение. Результаты мониторинга поступают далее к потребителю, который их оценивает и интерпретирует. Специалисты следят за развитием явления и, сопоставляя разновременные материалы, определяют, в каком направлении и с какой скоростью идет это развитие, затухает или усиливается процесс, каков уровень опасности и т. п. На такой основе составляется прогноз, оперативный или долгосрочный — это зависит от целей.

Далее происходит принятие решений. Вступают в свои права контрольные или планирующие органы. Характер решений определяется научно-техническим уровнем и экономическими возможностями общества. Например, для тушения лесных пожаров можно мобилизовать противопожарную авиацию и помешать их широкому распространению, атмосферные вихри или цунами предотвратить нельзя, можно только оповестить о них и принять меры к тому, чтобы ущерб от проносящегося урагана был наименьшим. Большое влияние на принимаемые решения оказывает социальная политика общества. В Советском Союзе изданы законодательные акты, предусматривающие борьбу с разрушением и загрязнением окружающей среды. Законы регламентируют все виды деятельности людей, связанные с освоением природных ресурсов и другими формами природопользования. Решения в области мониторинга опираются на эти законы, они направлены на целесообразное преобразование природной среды, ее защиту и рациональное использование, восстановление либо улучшение отдельных компонентов и всей среды в целом.

Принятые решения реализуются в системе управления. Во-пер-

¹ Составлена с учетом схемы Ю. А. Израэля, приведенной в его статье «Основные принципы мониторинга окружающей среды и климата». — В кн.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей среды. Л., 1978, с. 5—14.



Рис. 47. Организация картографического мониторинга (принципиальная схема).

вых, осуществляется воздействие на факторы, которые влияют на объект или процесс, причем неблагоприятные факторы сдерживаются или погашаются, а благоприятные — поощряются. Например, установив, что при определенных условиях водоемы самоочищаются от загрязнения, можно способствовать развитию этих условий, или, установив, что течения в береговой зоне приводят к намыву пляжей, можно принять дополнительные меры для стабилизации этого процесса. Во-вторых, управление касается самого объекта, за которым ведется слежение. Осуществляют работу по его охране или восстановлению, если он подвергся разрушению. Наконец, дают рекомендации по совершенствованию самой системы мониторинга, корректируют сроки наблюдений, уточняют границы районов, где слежение особенно актуально, вносят поправки в составленные карты, дают указания относительно принципов интерпретации данных мониторинга, способов принятия решений и т. п. Рекомендации касаются всех звеньев системы мониторинга, которые объединены многими обратными связями, так

что по мере функционирования системы она последовательно уточняется и совершенствуется.

Перейдем теперь к характеристике картографической подсистемы мониторинга. В оптимальном варианте она должна состоять из четырех блоков (рис. 47).

1. Блок исходной (базовой) картографической информации. Он включает серии тематических карт природных условий, хозяйственного использования территории, а также карты состояния явления, процесса или компонента окружающей среды, за которым предполагается вести наблюдение.

2. Блок оценочно-прогнозной информации, содержащей карты оценки наблюдаемого явления, прогноза его развития во времени и в пространстве и, кроме того, рекомендательные карты, намечающие систему мер по контролю и управлению.

Первые два блока составляют фонд картографической информации. Он обеспечивает мониторинг необходимыми исходными данными.

Среди карт оценочно-прогнозной тематики важное место принадлежит картам оценки эффективности использования спутниковой информации. Дело в том, что слежение за теми или иными природными явлениями осуществляется на разных территориях в неодинаковых условиях. Различия объясняются географической обстановкой, метеорологическими факторами, обеспеченностью наземными наблюдениями, хозяйственным использованием территории. Для одних районов мониторинг высокоэффективен, для других — менее целесообразен, а для третьих — вообще излишен или по каким-либо причинам невозможен. Например, важно и нужно следить за снежным покровом в сельскохозяйственных районах Украины и юга европейской части РСФСР. Для этих степных или малозалесенных территорий космические снимки дают ценнейшую информацию о распространении снежного покрова, его мощности, начале таяния, стаивании. Но в северных и восточных районах, занятых густыми хвойными лесами, наблюдение за снегом затруднено и, кроме того, не очень целесообразно с хозяйственной точки зрения. Ясно также, что осуществлять мониторинг снежного покрова нужно не весь год, а лишь в зимнее и весеннее время, причем в северных районах длительность мониторинга больше, чем в южных. Этот простой пример показывает, как важны карты оценки эффективности мониторинга, на которых территория районирована по целесообразности и срокам применения дистанционной информации. Для экономического планирования мониторинга такие карты совершенно необходимы.

3. Следующий блок составляют карты оперативного прогноза и контроля наблюдаемого явления, условий его распространения и развития. В этот блок постоянно поступает аэро- и космическая информация, данные гидрометеослужбы, наблюдений на специальных стационарах, подспутниковых полигонах. Информация поступает по централизованной системе локальных, региональных и национальных станций контроля за средой, как показано на схе-

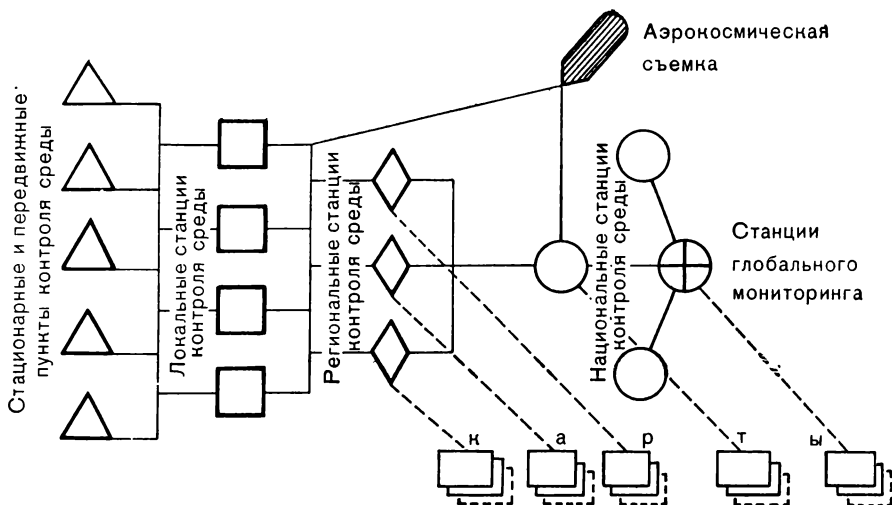


Рис. 48. Поступление информации для создания карт, обеспечивающих мониторинг окружающей среды (по Л. Г. Руденко, 1980).

ме (рис. 48)¹. Начальный уровень — это стационарные и передвижные пункты контроля среды, от них информация передается на локальные, а затем на региональные станции. Самые верхние уровни образуют национальные станции и станции глобального мониторинга. Поступающие данные оперативно преобразуются в карты с помощью автоматических картографических систем и также оперативно направляются потребителям, т. е. в народнохозяйственные организации и учреждения, заинтересованные в мониторинге.

4. Последний блок содержит информацию об изменениях в окружающей среде и рекомендации. Здесь оцениваются результаты происшедших изменений, их влияние на природу, на хозяйственную деятельность и использование территорий. Специальные рекомендательные карты показывают мероприятия по использованию благоприятных тенденций или по преодолению отрицательных последствий. Карты, составленные на этом этапе, также нужны потребителям. Они должны информировать их относительно обратимых или необратимых изменений в окружающей среде. Кроме того, карты изменений поступают в фонд базовой информации, по ним уточняются карты состояния среды, корректируются оценочно-прогнозные документы.

¹ См.: Руденко Л. Г. Карты в программах мониторинга среды.— В сб.: «Географические аспекты рационального использования природных ресурсов Украинской ССР». Киев, 1982, с. 145—153.

Приведенная общая схема картографического обеспечения мониторинга по-разному конкретизируется применительно к различным объектам. Она может быть использована для слежения за опасными природными явлениями (лавины, сели, пылевые и песчаные бури, лесные, степные и тундровые пожары, наводнения и т. п.) либо за антропогенными (техногенными) воздействиями на природную среду (загрязнение морей, океанов и искусственных водоемов, развитие эрозии и дефляции в районах интенсивного земледелия и др.). С некоторыми изменениями данная схема может быть применена для наблюдения за сельскохозяйственными посевами, их состоянием, созреванием или для своевременного обнаружения заболеваний, полегания посевов и т. п.

Рассмотрим в качестве примера, как может быть организован мониторинг опасных природных явлений, таких, скажем, как лесные пожары. Набор карт условий и состояния (первый блок) включает довольно большой комплект карт, характеризующих условия возможного возникновения пожаров. Прежде всего это карты, отражающие породы леса, лесистость и заболоченность территории, озерность, типы торфяно-болотных зон, в которых часто возникают очаги возгораний. Кроме того, в фонде данных должны иметься карты вероятности возникновения пожаров в разные месяцы лета и осени, на которых указываются наиболее опасные жаркие, засушливые периоды, когда мониторинг более всего необходим. Карты метеорологических и климатических условий должны давать сведения о датах схода снежного покрова (пока лежит снег, слежение за пожарами излишне), о средних и максимальных температурах, количестве осадков, повторяемости и силе ветров. Все эти данные изображаются на помесячных картах. Очень нужны карты вероятности гроз (это одна из главных причин лесных пожаров) и карты продолжительности засушливого (бездождного) периода. Они помогают точнее спланировать время проведения мониторинга в разных частях лесной зоны.

Для характеристики условий пожароопасности необходима еще одна серия карт, показывающих условия хозяйственной эксплуатации территорий. На них показываются лесхозы, совхозы, колхозы и другие землепользователи, отмечаются пожароопасные промышленные и туристские объекты (например, районы расположения нефтепромыслов в тайге, автокемпинги и т. п.), которые требуют повышенного внимания. На этих же картах следует отмечать лесоустройство и лесовосстановительные мероприятия, а также пожарно-техническое оборудование.

Второй блок карт составляют оценочно-прогнозные карты пожарной опасности по классам растительности. Они дают (на основе перечисленных выше базовых карт) оценку пожароопасных сезонов и максимумов в пределах этих сезонов, отражают степень пожароопасности в связи с хозяйственным использованием территории, дают прогноз возможных причин возгорания и т. д.

Все эти карты могут иметь мелкий масштаб. Для территории Советского Союза — 1:2 500 000 — 1:10 000 000. Они нужны для

первоначального выявления пожароопасных территорий, где необходимо организовать слежение, для предварительной оценки факторов пожарной опасности и опасных периодов.

В отличие от них оперативные карты изготавливаются на отдельные участки в более крупных масштабах, от 1:100 000 до 1:1 000 000 непосредственно по результатам обработки аэрокосмической информации или даже по самим снимкам. На этих оперативных картах отмечены очаги возгораний и возможные скрытые пожары, которые удастся обнаружить на инфракрасных снимках. На оперативных картах показывают направление и скорость ветра, поскольку они влияют на распространение пожара, дают сведения о влажности надпочвенного и почвенного покровов, а также отмечают мероприятия, которые принимают для ликвидации пожаров. Оперативные карты выполняют важную функцию — служат для оповещения заинтересованных учреждений и лиц, принятия предупредительных мер, проведения наземных и аэровизуальных наблюдений в опасных районах, а главное — для организации тушения лесных пожаров.

Наконец, на последнем этапе предстоит составить карты последствий и причин пожаров. На них будут показаны выгоревшие площади, изменения и нарушения в природной среде, выявлены размеры хозяйственного ущерба, намечены лесовосстановительные мероприятия. На основе карт последствий уточняются базовые карты количества пожаров, лесистости, оценки пожарной опасности, прогноза классов пожароопасной погоды и др.

Приведенный пример показывает, насколько сложно осуществление программы слежения за окружающей средой. Лишь одно явление, причем имеющее достаточно локальное распространение, потребовало десятков картографических документов разных масштабов, тематики разного территориального охвата и оперативности создания. В реализации мониторинга картографии принадлежит видное место на стадии планирования, оперативного контроля и оценки последствий. Проблема настолько обширна, что ее никак нельзя решить без фондов картографической информации.

Естественно, для разных объектов наблюдения фонды картографических данных окажутся различными. Например, для мониторинга лавинной опасности первостепенное значение имеют карты рельефа, высоты снежного покрова, продолжительности и условий его залегания, типов лавинного режима. Для слежения за песчаными бурями важно иметь карты литологии поверхностных отложений, структуры почв, густоты растительного покрова, распаханности земель, скоростей ветра и т. п. Возможно формирование многоцелевых фондов картографической информации, которые стали бы обслуживать несколько видов мониторинга. Тогда один и тот же блок карт включался бы в разные системы, а мониторинг стал бы более экономичным. Сейчас ведутся поиски наилучшей структуры для систем мониторинга.

Но в ряде случаев картографический мониторинг принимает и более простые формы. Приведем пример выявления некоторых ис-

точников загрязнения городов. Для этого оказывается достаточно иметь геохимические карты, составленные в зимнее время по результатам изучения снегового покрова¹. На таких картах отражается состояние городского ландшафта и главным образом городского воздуха, который загрязнен выбросами газов с промышленных предприятий и от автотранспорта. Твердые частицы атмосферных загрязнителей выпадают в снег, и на картах, таким образом, отражается запыленность атмосферы городов, выделяются ареалы выпадающей пыли разного химического состава.

Если далее сравнить «снеговые» геохимические карты с почвенными геохимическими, на которых зафиксированы устойчивые давно сформировавшиеся очаги загрязнения, то можно обнаружить совпадение и несовпадение «снеговых» и «почвенных» геохимических аномалий. Совпадение свидетельствует о том, что главным загрязнителем в городах являются выбросы промышленных предприятий. Они устойчиво действуют и летом и зимой. Если же «почвенная» аномалия не подтверждается «снеговой», то можно считать, что источник загрязнения прекратил существование либо почвенная аномалия имеет иное происхождение.

Можно привести много других примеров, свидетельствующих об эффективности использования карт для разных видов мониторинга окружающей среды. Ясно, что с развитием дистанционных методов наблюдения и контроля за средой роль картографии, и в особенности ее тематических отраслей, усиливается, расширяется поле приложения картографического метода исследования и возрастает народнохозяйственное значение получаемых с его помощью результатов.

¹ См.: Смирнова Р. С., Павлова Л. Н. Геохимическое картирование как основа для оценки окружающей среды городов. — В кн.: Геохимические методы при оценке скрытого оруденения. М., 1981, с. 83—85.

Глава VIII. КАРТЫ В ЛИТЕРАТУРЕ

Несомненно, что карты принадлежат к числу замечательных проявлений материальной и духовной культуры человечества.

К. А. Салищев

Карты — это не только научный документ, они еще и составной элемент культуры человечества. Во все века развитие картографии совпадало с эпохами возрождения наук и искусств и периодами их упадка. И в наши дни картографическая изученность страны — один из показателей уровня развития ее экономики и науки.

Как и другие древние науки (история, астрономия, математика), картография связана многими узами с различными проявлениями творческой культуры, и прежде всего с живописью. Известны, например, параллели между оформлением карт и глобусов Меркатора и Ортелия и художественными принципами современных им голландских мастеров живописи.

Карты и глобусы нередко были атрибутом, а иногда и темой живописных полотен и рисунков. Таковы картины Бернардо Строцци («Астроном и его ученики»), Базанти Марко («Портрет астронома»), рисунок Рембрандта, изображающий географа с глобусом, и мн. др. Голландский художник XVII в. Вермер Делфтский, создавший серию картин, посвященных людям труда, искусства и науки, изображал на своих полотнах ученых, склонившихся над картой или глобусом и углубившихся в изучение. На многих других картинах Вермера тщательно выписанные карты служат неприменной деталью интерьера.

Интересно, что к составлению карт обращались великие художники Возрождения Леонардо да Винчи и Альбрехт Дюрер. Живописные карты Леонардо да Винчи отражают приморские районы Тосканы, ее озерные ландшафты, прибрежные низменности, горный рельеф, реки и пруды. Эти карты не только драгоценные произведения искусства, но и документальные исторические свидетельства состояния ландшафтов в начале XVI в. Сохранились многие фрагменты карт, рисунки, наброски, заметки на полях карт, сделанные рукой Леонардо да Винчи.

Картографические сюжеты широко представлены и в художественной литературе. Поэтому в школе при изучении картографических тем, традиционно считающихся трудными и скучноватыми, учитель может широко использовать репродукции картин худож-

ников, отрывки из художественной, мемуарной, приключенческой и научно-фантастической литературы. Это придаст изложению более яркий, образный характер, сделает карты запоминающимися, расширит межпредметные связи географии и литературы, усилит эстетическое воспитание учащихся. В ряде случаев обращение к писательским наблюдениям поможет самому учителю поинтереснее взглянуть на карты, понять психологические особенности восприятия школьниками карт и картографии.

«ПРИВЫЧКА СТРАНСТВОВАТЬ ПО КАРТАМ...»

Пожалуй, самая распространенная тема в художественных, и особенно в мемуарных, произведениях — путешествия по картам. Приведем отрывок из эпистолярного наследия В. И. Ленина: «Получили мы, Маняша, твое письмо и были ему очень рады. Взялись сейчас за карты и начали разглядывать, где это — черт побери — находится Брюссель. Определили и стали размышлять: рукой подать и до Лондона, и до Парижа, и до Германии, в самом, почитай, центре Европы... Да, завидую тебе. Я в первое время своей ссылки решил даже не брать в руки карт Европейской России и Европы: такая, бывало, горечь возьмет, когда развернешь эти карты и начнешь рассматривать на них разные черные точки. Ну, а теперь ничего, обтерпелся и разглядываю карты более спокойно; начинаем даже нередко мечтать, в какую бы из этих «точек» интересно было попасть впоследствии»¹.

Читая эти строки из письма В. И. Ленина, отправленного из Шушенского в Брюссель Марии Ульяновой, ясно представляешь себе его, увлекшегося разглядыванием карт в долгие зимние вечера ссылки. Вообще карты занимали в жизни Ленина большое место. Они всегда были разостланы на столах и развешаны на стенах его рабочих кабинетов в Смольном и Кремле, по ним он следил за битвами на фронтах гражданской войны, с помощью специально созданной электрифицированной карты демонстрировал делегатам VIII съезда Советов свой грандиозный план электрификации страны. Многие советские художники создали живописные образы В. И. Ленина, изобразив его на фоне географических карт (М. Божий, Л. Шматько и др.).

А вот строки из «Автобиографии» Джавахарлала Неру, созвучные по настроению. В главе «Тюремные настроения» он пишет:

«Географический атлас тоже доставлял нам немало волнующих мгновений. Он воскрешал всевозможные воспоминания и мечты о местах, которые когда-то мы посетили, и о тех, которые хотели посетить. И у нас возникало страстное желание вновь навестить эти излюбленные в прошлом места и посетить большие города, обозначенные в атласе соблазнительными значками и точками, пересечь заштрихованные районы, изображавшие горы, и голубые пятна — моря, увидеть красоты мира и наблюдать за борьбой и

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 55, с. 107—108.

конфликтами вечно изменяющегося человечества. Тоска по всему этому охватывала нас и сжимала нам горло, и тогда с печальным вздохом мы спешили закрыть атлас и возвращались к окружающим нас знакомым стенам и к тому монотонному существованию, которое вело изо дня в день»¹.

Тема путешествий по картам встречается в литературе часто. Вступление к трагедии И. Л. Сельвинского «Умка — белый медведь» открывается лирическим обращением к любимой:

Возьмите в руки, родная моя, глобус (эс) голубой
И путешествуйте карандашом, огибая рябой прибой;
И путешествуйте карандашом в северные моря,
Где траурным кораблем враспах летит тоска моя...
Где носом к носу, как два петуха, гребни пургою промыв,
Чукотка с Аляскою рвутся в бой, но их разделяет пролив...

Сильно и страстно тяга к путешествиям по картам описана К. Г. Паустовским. В его повестях и рассказах эта тема возникает многократно. В «Мещерской стороне» есть две главы «Старинная карта» и «Возвращение к карте», а в поэтической книге «Золотая роза» — вершине творчества Паустовского — глава «Изучение географических карт», которую хочется цитировать целиком.

«Еще в детстве у меня появилось пристрастие к географическим картам. Я мог сидеть над ними по несколько часов, как над увлекательной книгой.

Я изучал течения неведомых рек, прихотливые морские побережья, проникал в тайгу, где маленькими кружочками были отмечены безыменные фактории, повторял, как стихи, звучные названия — Югорский Шар и Гебриды, Гвадаррама и Инвернесс, Онега и Кордильеры.

Постепенно все эти места оживали в моем воображении с такой ясностью, что кажется, я мог бы написать вымышленные путевые дневники по разным материкам и странам ...

Когда я впервые попал, например, в Крым (его я до того вдоль и поперек изучил по карте), то, конечно, он оказался совсем другим, чем я о нем думал.

Но мое предварительное представление о Крыме заставило меня увидеть его с гораздо большей зоркостью, чем если бы я приехал в Крым без всякого понятия о нем.

На каждом шагу я находил то, чего не было в моем воображении, и эти новые черты Крыма особенно резко запоминались».

Рассказ об изучении географических карт Паустовский завершает словами, которые полезно помнить учителям и авторам иных учебников по географии:

«Привычка странствовать по картам и видеть в своем воображении разные места помогает правильно увидеть их в действительности.

На этих местах всегда остается как бы легчайший след вашего воображения, дополнительный цвет, дополнительный блеск, некая дымка, не позволяющая вам смотреть на них скучными глазами».

¹ Неру Д. Автобиография. М., 1955, с. 373.

Эти строки словно специально обращены к авторам школьных учебников по географии. Это призыв шире и разнообразнее использовать в тексте карты, усиливая тем самым образность изложения, чтобы сквозь пелену научных дефиниций и методических положений читатель мог бы разглядеть живую действительность и не скользил бы по тексту «скучными глазами». Вспомним, как высоко ценил «увлекательность» и «живописность» карт Н. В. Гоголь (см. гл. V).

В «Мещерской стороне» К. Г. Паустовский рассказывает, как ему пришлось исправлять старую карту, изданную в 1870 г., отмечая изменения русел рек, нанося контуры молодого соснового леса, выросшего на заболоченных участках, и трясины, образовавшиеся на месте озер. Читая этот отрывок, понимаешь, что писатель неплохо владел методикой анализа по картам изменений окружающей среды, отмечал их со знанием дела, высоко ценя карту как точный документ.

Можно вспомнить, с каким увлечением путешествовали по карте И. Ильф и Е. Петров. Перед тем как отправиться в путь по одноэтажной Америке, они расстилают автомобильную карту, прокладывая по ней будущий маршрут: «В течение двух часов мы путешествовали по карте Америки. Какое это увлекательное занятие».

«СЛАДКИЙ ПЛОД УЧЕНИЯ»

Часто писатели пишут о картах как о предмете национальной культуры. Мы ограничимся лишь двумя примерами, принадлежащими к разным эпохам.

В «Истории Петра» А. С. Пушкин подробно в хронологическом порядке характеризует деятельность великого преобразователя России и среди других важных деяний неоднократно упоминает карты, составленные в Петровскую эпоху. В 1696 г. «по царскому повелению генерал-майор Фон Менгден вымерил и описал землю, а капитан артиллерии Яков Вилимович Брюс (впоследствии генерал-фельдмаршал) сочинил по той описи карту от Москвы к югу до берегов Малой Азии и Крымской Татарии..., сочинена другая карта — землям между Днепром и Доном». По картам Петр наметил соединить Волгу и Дон и «велел начать уж работы, положив таким образом начало соединению Черного моря с Каспийским и Балтийским».

В другом месте упомянуты морские карты «берегам Черного моря и входа в Константинополь», карта «Азовскому морю», «сочиненная» по велению Петра, «карты Дону от Воронежа до устья, каналу между Доном и Волгой, Черному и Азовскому морям с окольными Азова», карты устья Куры, по которым Петр «избрал места ... для построения нового города». Пушкин упоминает, что, будучи в Амстердаме, «государь часто беседовал с бургомистром Витсенем, который и посвятил ему изданную им географическую карту северо-восточной Татарии».

Эту сторону многогранной деятельности Петра I А. С. Пушкин отмечает как заметный вклад в развитие российской науки и культуры.

Другой пример относится к творчеству В. В. Маяковского. У него есть малоизвестное стихотворение «Странно ..., но верно», написанное в 1928 г. В нем Маяковский, говоря о достижениях молодой Советской республики, в качестве примера таких достижений с гордостью называет карты Арктики. Вот эти строки:

Несся
 крик
 из мира старого:
«Гражданин советский —
 варвар...»
.
И Нобиле
 в Ленинграде
не взглянул
 на советские карты.
Но скоро
 о помощи радио
с айсбергов
 слал
 с покатах.
Оказалось —
 в полюсной теме
разбирались
 у нас в Академии.

В главе II говорилось о том, что в современной картографии карта трактуется как пространственная образно-знаковая модель действительности. Самые специфические особенности карты — это ее генерализованность и использование системы условных знаков. Знаки, фоновые расцветки, штриховки — это первое, что бросается в глаза при взгляде на карту, то, что формирует у читателя зрительный образ и сообщает ему некую информацию. Для читателя особенно важна наглядность и обзорность картографической модели. Пользуясь словами М. В. Ломоносова, можно сказать, что карта, как никакая другая модель, способна «всяя вселенная обширность единому взгляду повергать».

В литературных произведениях свойства картографической модели получают интересное отражение. Так у А. С. Пушкина в «Борисе Годунове» есть сцена, где царь Борис, входя в палату, видит сына Федора, рисующего — теперь бы сказали «составляющего» — карту. Царь обращается к сыну со словами:

Царь. А ты, мой сын, чем занят? Это что?
Федор. Чертеж земли московской; наше царство
Из края в край. Вот видишь: тут Москва.
Тут Новгород, тут Астрахань. Вот море,
Вот пермские дремучие леса.
А вот Сибирь.
Царь. А это что такое
Узором здесь виется?
Федор. Это Волга.

Царь. Как хорошо! вот сладкий плод ученья!
Как с облаков ты можешь обозреть
Все царство вдруг: границы, грады, реки.

Прекрасны эти пушкинские строки, схватившие самую суть карты: ее обзорность, способность «вдруг», разом представить огромные пространства, а слова «вот сладкий плод ученья!» хочется взять эпиграфом ко многим картам, атласам и книгам по картографии.

Через много лет «узор» речек на географической карте вызвал у В. В. Маяковского другой, по-революционному яркий и острый образ. В поэме «Владимир Ильич Ленин» синяя гидросеть на карте кажется ему следами плети на теле истязаемой царизмом России:

Сверху
взгляд
на Россию брось —
рассинелась речками, словно
разгулялась
тысяча розг,
словно
плетью исполосована.

А теперь послушаем, что говорит о картах герой Антуана де Сент-Экзюпери почтовый лётчик, ежедневно пользующийся полетными картами. От умения читать их зависит безопасность полета и сама жизнь летчика.

«Странный то был урок географии! — рассказывает Экзюпери в одной из лучших своих книг «Планета людей». — Гийоме не преподносил мне сведения об Испании, он дарил мне ее дружбу. Он не говорил о водных бассейнах, о численности населения и поголовье скота. Он говорил не о Гуадисе, но о трех апельсиновых деревьях, что растут на краю поля неподалеку от Гуадиса. «Берегись, отметь их на карте...» И с того часа три дерева занимали на моей карте больше места, чем Сьерра-Невада...

Так понемногу Испания становилась на моей карте, под лампой Гийоме, какой-то сказочной страной. Я отмечал крестиками посадочные площадки и опасные ловушки. Отметил фермера на горе и ручеек на лугу. Со всей точностью наносил на карту пастушку с тридцатью баранами, совсем как в песенке, — пастушку, которой пренебрегают географы».

Приведенный отрывок великолепно иллюстрирует, как влияет назначение карты на ее генерализацию. Речь идет о крупномасштабной карте, предназначенной для выбора посадочных площадок, а значит необходима не столько обзорность изображения, позволяющая охватить взором «вдруг» огромные пространства, а максимальная детальность и информативность. Поэтому так важна «пастушка из песенки», а три дерева занимают на карте больше места, чем Сьерра-Невада.

Писатели не обошли вниманием и знаковые свойства карт. У Марка Твена в «Томе Сойере за границей» есть замечательное место, где с тонкой иронией описан спор Тома и его друга Гека Финна

во время полета на воздушном шаре. Шар летит над территорией Соединенных Штатов с большой скоростью, но Гек утверждает, что они все еще не пересекли штат Иллинойс:

— Я по цвету узнал. Мы все еще находимся над Иллинойсом. Сам можешь убедиться, что Индианы пока не видно.

— Что с тобой, Гек? Уж не спятил ли ты? Разве можно штаты по цвету узнавать?

— Можно.

— Да при чем же тут цвет?

— При том! Иллинойс зеленый, а Индиана розовая. Ну-ка, покажи мне внизу что-нибудь розовое, если можешь. Нет, сэр, тут все зеленое.

— Индиана розовая? Что за чушь!

— Все это не чушь, я сам видел на карте, что она розовая...

— Знаешь, Гек Финн, ... если б я был таким остолопом, как ты, я бы давно уже за борт прыгнул. Он на карте видел! Да неужто ты воображаешь, что каждый штат в природе такого же цвета, как на карте?

— Скажи-ка, Том Сойер, для чего, по-твоему, существует карта? Ведь она сообщает нам о фактах?

— Разумеется.

— Ну как же она может сообщать нам о фактах, если она все врёт?

Итак, малоискушенный в пользовании картами Гек Финн свято верит, что карты создают для того, чтобы «сообщать о фактах». Друзья уже пролетают над Африкой, и Том говорит, что видит на Земле «длинную черную ленту», которая тянется по песку, но не может разобрать, что это такое. «Знаток» карты Гек Финн заявляет ему:

«Ну вот, ...— теперь ты, может, и узнаешь, где находится наш шар. Ведь это наверняка одна из тех линий, что нарисованы на карте. Те самые, которые ты называешь меридианами. Стоит нам только спуститься вниз и посмотреть, какой у нее номер, и ...»

— Ох, и болван же ты, Гек Финн! Ты что же думаешь — меридианы протянуты по земле?

— Том Сойер, они нарисованы на карте — ты это отлично знаешь; вот они — возьми сам и посмотри.

— Разумеется, они нарисованы на карте, но это ничего не значит — на земле их нет ...»

— Стало быть, эта карта опять соврала. В жизни не видывал такого вруна, как эта карта.»

М. Твен остроумно показал, как видит карту неподготовленный читатель, не ведающий об условности изображения и убежденный в том, что штаты имеют разные цвета, а меридианы протянуты прямо по земле, почти так, как об этом сказано у нашего современника А. А. Вознесенского: «земля болтается в авоське меридианов и широт».

Создателям школьных карт, конечно, стоит вспомнить незадачливого Гека Финна, когда они проектируют содержание и оформ-

ление карт, а учителям географии полезно иметь это в виду, знакомя младшеклассников с условными знаками и легендами карт.

Достоверность и точность карт — вот еще одна тема, которая по-разному обыгрывается в художественной литературе. В известном рассказе А. И. Куприна молодой офицер Николай Алмазов, слушатель Академии Генерального штаба, посадил густое жирное пятно на прекрасно вычерченный и иллюминированный план. Он попытался его стереть, но еще больше размазал и решил «кучу деревьев на том месте изобразить». В Академии профессора, преподававшие топографию, были особенно строги и придиричивы. И вот один из таких педантичных профессоров строго сказал Алмазову: «Если вы так утверждаете, ... что на этой седловине есть кусты, то извольте завтра же ехать туда со мной верхом... Я вам докажу, что вы или небрежно работали, или счертили прямо с трехверстной карты...» За ночь Алмазов по совету жены высадил кусты сирени на месте злополучного пятна, а утром профессор долго и изумленно глядел на них, «даже листочек сорвал и пожевал». «Извините,— говорит,— меня, поручик. Должно быть, я стареть начинаю, коли забыл про эти кустики».

Много честней, чем купринский поручик, поступили мальчики Ося и Леля из повести Л. А. Кассиля «Конduit и Швамбрания». На нарисованной ими карте Швамбрании по океану были разбросаны острова и кляксы. Но около чернильных пятен имелась надпись: «Остров не считается это клякса ничаянно». Очень полезная и действительно честная надпись. Подобные разъяснения были бы полезны и на современных картах, особенно там, где фактический материал мало достоверен или его недостаточно.

МЫСЛЕННЫЕ КАРТЫ

В современной картографии наряду с изучением реальных карт получил некоторое распространение анализ так называемых мысленных карт, т. е. карт, существующих лишь в воображении человека. Разные люди по-разному представляют себе одну и ту же местность, у них складываются подчас совсем несходные пространственные впечатления о городах, ландшафтах, курортных зонах и других территориях. Экспериментальное исследование мысленных карт показывает, что они отличаются у разных групп людей в зависимости от их возраста, образования, проживания в сельской местности или в городах, занятия умственным или физическим трудом. Выясняется, что одни районы страны или городские кварталы считаются более предпочтительными для проживания, работы, отдыха, чем другие, одни ландшафты оцениваются высоко, другие — низко и т. д. Так с помощью мысленных карт получают представление об отношении разных групп людей к окружающей среде, анализируют особенности восприятия пространственных образов, а это важно для планирования территорий, размещения сетей обслуживания, зон отдыха, туристских баз и других объектов.

В литературных произведениях встречается множество разнообразных мысленных карт. Это почти исключительно карты островов. Очевидно, они привлекают писателей своей изолированностью, законченностью и компактностью формы. К тому же в финале с островом можно легко покончить, взорвав его, например, при помощи вулканической катастрофы и спрятав, таким образом, концы в пучине океана.

Острова, иногда даже с указанием точных координат и с подробными картами, мы находим в «Таинственном острове» Жюль Верна, «Острове сокровищ» Р. Стивенсона, в «Путешествиях Гулливера» Дж. Свифта, в «Земле Санникова» В. А. Обручева, в «Кондуите и Швамбрании» Л. А. Кассиля и многих других приключенческих и неприключенческих романах. Карты островов весьма интересны, они прекрасно иллюстрируют не только воображаемую (мысленную) территорию, где развивается действие, но и внутренний мир героев. Примеры таких карт приведены на рис. 49—51. Вот как выглядит Швамбрания:

«Первую карту Швамбрании начертил Оська. Он срисовал с какой-то зуборчаечной рекламы большой зуб с тремя корнями... Было заманчиво усмотреть в этом особый смысл, и мы усмотрели: то был зуб швамбранской мудрости. Швамбрании были приданы очертания зуба... Вокруг зуба простирался «Акиян». Ося провел по глади океана бурные зигзаги и засвидетельствовал, что это «вол-

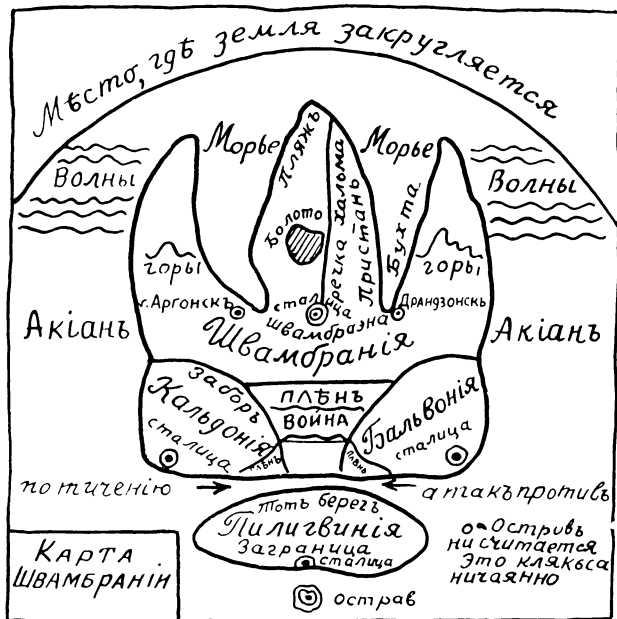


Рис. 49. Детская мысленная карта. Швамбрания (Л. Кассиль. «Кондуит и Швамбрания»).

ны... Затем на карте было изображено «море», на котором одна стрелка указывала: «по тичению», а другая заявляла: «а так против». Был еще «пляж», вытянувшаяся струной река Хальма, столица Швамбрании, города Аргонск и Драндзонск, бухта Заграница, «тот берег», пристань, горы и, наконец, «место, где земля закругляется». На карте Швамбрания выглядит необычайно симметричной, ее очертаниям мог бы позавидовать любой орнамент, и мальчики считают, что «равновесие линий символизирует линейную справедливость» в стране, где «все блага, даже географические, распределены строго симметрично».

Швамбрания — плод детского воображения, очертания ее просты и наивны. Совсем не то таинственный остров Жюль Верна: «Он похож на какое-то фантастическое животное, на чудовищное крылоное, спящее на волнах Тихого океана». Конфигурация его заливов напоминает отверстую пасть акулы, а мыс — изогнутый хвост змеи.

Еще более зловещи очертания острова сокровищ у Р. Стивенсона, на карте он напоминает «жирного дракона, вставшего на дыбы».

Очень интересна карта Земли Санникова, составленная В. А. Обручевым. Это прекрасный пример картографической научной фантастики.

Номенклатура мысленных карт — вещь очень любопытная. Если мальчики давали швамбранским городам названия в рифму, как в детской считалке: «на востоке — Драндзонск, на западе — Аргонск», то путешественники, высадившиеся на таинственном



Рис. 50. Остров Линкольна — научно-фантастическая мысленная карта (Жюль Верн. «Таинственный остров»).

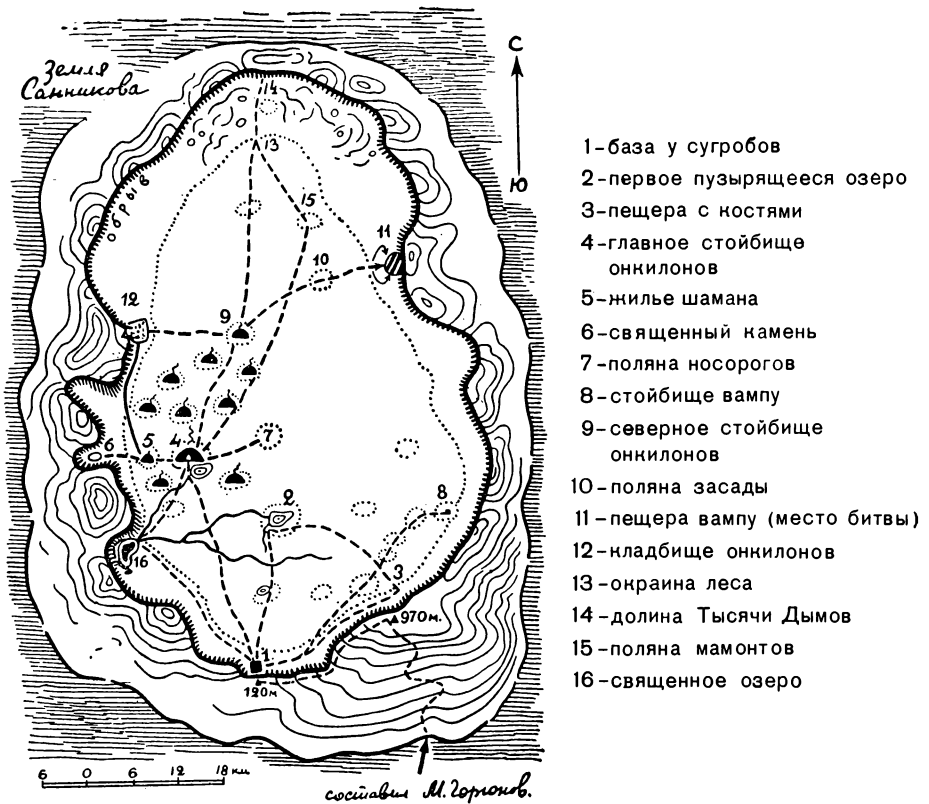


Рис. 51. Земля Санникова — научно-фантастическая мысленная карта (В. А. Обручев. «Земля Санникова»).

острове Жюль Верна, поступали более обдуманно. Едва попав на остров, они сразу составили точную его карту, и автор на протяжении целой главы знакомит с нею читателей, подробно описывая очертания острова, форму и размеры бухт и полуостровов, рельеф, гидросеть, растительный покров.

Далее путешественники начинают заниматься топонимикой.

— Мне думается, надо дать название и нашему острову, и каждому мысу, и косе, и речкам, которые мы тут видим.

— Отлично, — сказал журналист. — В будущем это упростит дело, когда нам придется говорить о какой-нибудь местности на нашем острове.

— Правильно! — согласился моряк. — Очень удобно, когда можно указать, куда или откуда идешь. И как-то, знаете, приличнее получится, будто мы в путном месте находимся.

Отметим это остроумное замечание: названия нужны не только для того, чтобы знать, где находишься, но чтобы «прилично было».

Затем были рассмотрены разные принципы выбора номенклатуры. Один предложил присваивать объектам имена самих путешественников, чтобы тем самым увековечить друг друга, второй рекомендует давать «такие названия, чтобы они постоянно напоминали нам о родине», третий считает, что необходимы образные названия, «чтобы они говорили об их контурах, о каких-нибудь их особенностях», поскольку так они лучше запомнятся и «будут иметь практическую пользу». В итоге географическая номенклатура острова включает полуостров Извилистый, мыс Змеиный, залив Акулы, ограниченный мысами Северная челюсть и Южная челюсть. На острове есть бухта Соединения и бухта Вашингтона, гора Франклина и озеро Гранта, а сам остров назван в честь великого гражданина Соединенных Штатов — Линкольна.

Думается, что эта глава из романа Жюль Верна может служить неплохим пособием по топонимике. Многие принципы, сформулированные бесстрашными путешественниками, используются при присвоении названий новым географическим объектам (например, в Антарктиде) или элементам рельефа Луны, Марса, Венеры, которые впервые наносят на карты по космическим снимкам.

Большой знаток и пристальный наблюдатель природы родного края М. М. Пришвин в автобиографической повести «Кашеева цепь» интересно анализирует процесс возникновения мысленных образов неведомых стран в детском воображении:

«Явилась перед ним какая-то страна еще без имени и без территории ...

Не в Азии ли и эта его страна? По карте стал он искать себе путь в Азию и, пока разыскивал, совершенно уверился, что желанная страна без имени и без территории находится в Азии. Путь туда он установил простой: по реке быстрой Сосне в Дон, из Дона — в Азовское море, в Черное, и потом уже и начнется Малая Азия ...»

Увлеченный этой фантастической картиной, мальчик всю ночь рисует берега Азии, обводит лазурью моря Индии и Китая, а коричневой краской — горы. На другой день в гимназии его фантазией захвачен был весь класс, а учитель увлеченно рассказывал о «тайнах Азии», о том, что есть в ее глубине много забытого и «нужно все вновь открывать».

Учитель произносит слова, которые следует помнить и сегодняшним учителям географии. «Вот вам пример, — сказал он ... — как нужно учить географию. Вы занимайтесь, как он, вообразите себе, будто путешествуете, вам все ново вокруг в неизвестной стране, вы открываете, и будет всегда интересно».

Так мысленные карты, идеальные пространственные образы, если можно так сказать, «картографические мечты» становятся полезным средством развития интереса к географии. Великий русский композитор М. И. Глинка тоже любил мечтать над картами. В биографических заметках он вспоминает, что «любимыми его занятиями были рисование, чтение, путешествие, изучение географических карт».

РОМАНТИКА ПРИКЛЮЧЕНИЙ

В приключенческой литературе карты часто становятся завязкой фабулы или просто романтическим атрибутом. Они сопровождают пиратов Р. Стивенсона, авантюристов и искателей приключений Брет Гарта и Джека Лондона. Карты иной раз заводят героев в безвыходные ситуации или помогают выбраться из них где-нибудь в тропических лесах Африки или ледяных пустынях Аляски. Они всегда разложены в каютах капитанов, совершающих подвиги на страницах романов Жюль Верна, Александра Грина, В. А. Каверина, И. А. Ефремова и многих других. Теперь на страницах научно-фантастических романов карты все чаще появляются в каютах межпланетных кораблей.

Кто из ребят не увлекается фантастикой? А ведь в научно-фантастических книгах встречается описание картографических систем будущего. Например, С. Лем в фантастической повести «Непобедимый» весьма детально и со знанием дела описывает спутниковую систему картографирования и слежения за состоянием природы планет.

Еще один пример из приключенческой литературы, который хорошо иллюстрирует возможности использования карт. Речь идет о знаменитом сыщике Шерлоке Холмсе. Описывая его приключения, А. Конан-Дойль неоднократно демонстрирует картографические способности Шерлока Холмса. Он обладал замечательной картографической памятью, точно запоминая и воспроизводя различные районы Лондона и другие местности, где ему предстояло раскрыть преступление. Нередко он обращался к крупномасштабным картам, мысленно изучая по ним территорию, куда он должен был отправиться.

Вот какой разговор происходит между Шерлоком Холмсом и его другом доктором Уотсоном. Холмс говорит:

— Как вы думаете, где я был?

— Тоже весь день просидели сиднем?

— Вот и нет, я успел побывать в Девоншире.

— Мысленно?

— Совершенно верно. Мое тело оставалось здесь, в кресле, и, как это ни грустно, успело выпить за день два больших кофейника и выкурить невероятное количество табака. Как только вы ушли, я послал к Стенфорду за картой дартмурских болот, и мой дух блуждал по ним весь день. Лыщу себя надеждой, что теперь я освоился с этими местами как следует.

— Карта крупного масштаба?

— Да, очень крупного.— Он развернул один сектор этой карты и положил его на колени.— Вот тот самый участок, который нас интересует.

И далее по карте Шерлок Холмс воссоздает ландшафт местности и ситуацию, в которой разыгралась баскервильская трагедия. Умозаключения Холмса заслуживают того, чтобы привести их на уроке географии. Они оживят изложение материала и покажут, что

можно извлечь из крупномасштабной карты при умелом пользовании ею.

В стихах советских поэтов можно найти много прекрасных, овеянных романтикой и лиризмом строк, посвященных картам. Выше мы уже цитировали В. В. Маяковского. Герои романа в стихах И. Л. Сельвинского «Арктика» пробираются сквозь торосы Северного Ледовитого океана, ищут по картам неоткрытую землю, остров, стоящий преградой на пути дрейфующих льдов. Основой для этого сюжета поэту, видимо, послужила реальная ситуация, связанная с открытием острова Визе. Этот остров и его примерные координаты были предсказаны в 1924 г. советским океанографом В. Ю. Визе, когда он сопоставил направления ветров и дрейф шхуны «Св. Анна». Открытие было сделано по картам, «в тиши научного кабинета», а через шесть лет научно-исследовательская экспедиция на ледоколе «Седов» действительно нашла в океане в указанном месте небольшой остров, названный именем Визе.

У Сельвинского это описано так:

Перед человеком квадратные кадры
Очень подробной арктической карты.
На ней обозначены дрейфы судов:
Надписи: «Нансен», «Де Лонг», «Седов».
Давно уже трубы сменили ветрила
Давно уже дым с пургою знаком,
А карта все еще говорила
Четырехцветным своим языком.

Начальник экспедиции (в поэме Басаргин), один из главных героев арктической эпопеи, предвидит открытие острова:

Зажмурясь, он видит на белой карте
Черную точку. Остров такой.
Этакую небольшую ковригу,
Ее занесут в корабельную книгу;
Ландкарты мира, все как одна,
Отметят «Остров Басаргина»;
Атлас, лощия, путеводитель,
Глобус — где какой ни на есть —
Обязаны в самом тщательном виде
Басаргинскую точку учесть.

Карты Арктики появляются и в строках о мужественных папанинцах К. М. Симонова, в его «Мурманских дневниках»:

У окружкома на виду
Большая карта. Там на льду,
С утра в кочующий кружок
Втыкают маленький флажок,
Там, где, мозоля нам глаза,
Легла на глобус бирюза,
На деле там черным-черно,
Там солнца не было давно.
За тыщу верст среди глубин
На льду темнеет бивуак.
Но там, где четверо мужчин
И на древке советский флаг,

Там можно стать к руке рука,
Касаясь спинами древка,
И, как испытанный сигнал,
Запеть «Интернационал».

Упоминание о картах в стихах всегда соседствует со стремлением сильных людей к странствиям, открытиям, преодолению пространства и времени. Пожалуй, наиболее точно эти настроения выражены К. Г. Паустовским в поэтической повести «Муза дальних странствий».

«В Риме в ватиканской библиотеке хранится карта Колумба, по которой он открыл Америку.

Вся поэзия движения в неведомое, поэзия плаваний, весь трепет человеческой души, проникающей под иные широты и иные созвездия,— все это как бы собрано воедино в этой карте. Каждый прокол от циркуля, которым меряли бесконечные морские мили, кажется сказочным. Он был сделан крепкой и тонкой рукой великого капитана, открывателя новых земель, неистового и смелого мечтателя, украсившего своим существованием наш человеческий род».

Нужно сильно любить карты, чтобы так поэтично написать о них.

«КАРТЫ, НУЖНЫЕ ВОЙСКАМ...»

В книге Д. А. Фурманова «Чапаев» рассказывается о том, как работал с картами легендарный полководец гражданской войны, с какой тщательностью он изучал по ним местность и проводил измерения, готовя наступление:

«Когда пришли в кабинет командира бригады, тот разостлал на столе отлично расчерченный план завтрашнего наступления. Чапаев взял его в руки, посмотрел молча на тонкий чертеж, положил снова на стол. Подвинул табуретку. Сел. За ним присели иные из пришедших.

— Циркуль.

Ему дали плохонький, оржавленный циркуль. Раскрыл, подергал-подергал,— не нравится:

— Вихорь, поди у Аверьки из сумки мой достань!

Через две минуты Вихорь воротился с циркулем, и Чапаев стал вымеривать по чертежу. Сначала мерил только по чертежу, а потом карту достал из кармана — по ней стал выклеивать. То и дело справлялся о расстояниях, о трудностях пути, о воде, об обозах, об утренней полутьме, о степных буранах...

Окружавшие молчали. Только изредка комбриг вставит в речь ему словечко или на вопрос ответит. Перед взором Чапаева по тонким линиям карты разворачивались снежные долины, сожженные поселки, идущие в сумраке цепями и колоннами войска, ползущие обозы, в ушах гудел-свистел холодный утренник-ветер, перед глазами мелькали бугры, колодцы, замерзшие синие речонки, поломанные серые мостики, чахлые кустарники...

Чапаев шел в наступленье!

Когда окончил вымеривать — указал комбригу, где какие ошибки: то переход велик, то привал неудачен, то рано выйдут, то поздно придут. И все соображения подтверждал отметками, что делал, пока измерял».

Разнообразные сюжеты, связанные с использованием карт, содержат военные мемуары. Карты применяют для оперативного руководства боевыми действиями, планирования широкомасштабных военных операций, проведения командных учений. Интересные свидетельства об использовании карт при подготовке крупнейших операций и ударов по врагу во время Великой Отечественной войны приводит маршал Г. К. Жуков. Он вспоминает, какие споры разгорались в Ставке Верховного Главнокомандования вокруг карт, как с их помощью доказывалась целесообразность тех или иных стратегических действий, как перед Берлинской операцией были проведены командные игры на картах и макете Берлина.

Очень подробно об использовании карт во время войны рассказал в своих воспоминаниях известный советский военачальник С. М. Штеменко:

«Карт самого различного назначения и разных масштабов требовалось чрезвычайно много. А надо заметить, что до войны карты, нужные войскам, на значительную часть нашего государства не составлялись. Мы располагали вполне современными топографическими картами лишь до рубежа Петрозаводска, Витебска, Киева, Одессы. Когда же противник потеснил нас за этот рубеж, ко всем бедам прибавилось еще и отсутствие карт. Пришлось срочно формировать новые топографические части, создавать новые военно-картографические фабрики, мобилизовывать возможности гражданских ведомств. Работа кипела днем и ночью. Только за первые полгода войны вновь составленными картами разных масштабов была освещена площадь, превышающая полтора миллиона квадратных километров ... Всего за годы войны съемками и рекогносцировками была охвачена территория в пять с половиной миллионов квадратных километров, составлено и издано различных военно-географических справочников и описаний на площадь свыше семи миллионов квадратных километров».

С. М. Штеменко вспоминает о том, как четко была организована работа с картами в Генеральном штабе. Он отмечает, что «четкость ведения карт была, можно сказать, идеальной. В управлении применялись единые условные цвета и знаки для определенного времени и любого вида действий. Неукоснительное исполнение обязанностей установленного порядка и длительная практика позволяли легко читать обстановку с карты любого направления без пояснений».

Л. Н. Толстой в «Войне и мире», повествуя о Бородинской битве, включил в текст составленную им «карту предполагаемого сражения и происшедшего сражения» (рис. 52), и она органически вошла в ткань великого романа.

Конечно, этим обзором не исчерпана тема «Карты в литературе». Мы лишь коснулись ее. Существует немало других интересных

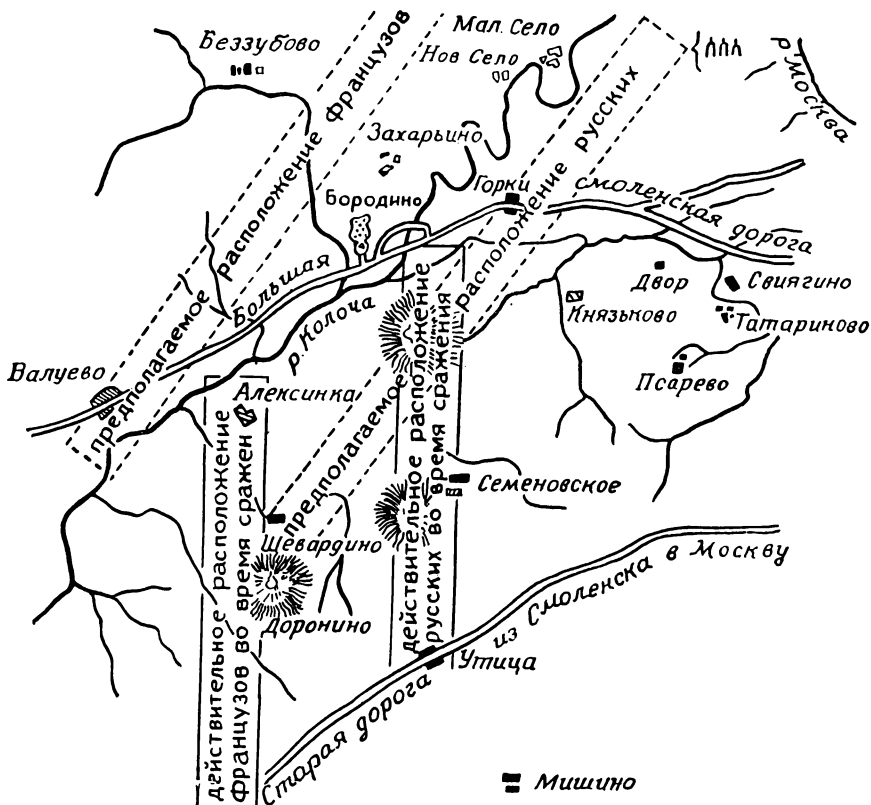


Рис. 52. Карта Бородинского сражения, составленная Львом Толстым.

примеров и удивительных фактов в художественной, приключенческой, мемуарной литературе, которые образно характеризуют свойства карты, дают повод для новых размышлений и выводов.

Но один простой вывод совершенно очевиден. Нельзя оставаться невнимательными к литературным свидетельствам о картах. Их образные, яркие описания, меткие наблюдения писателей и поэтов должны широко использоваться в учебной и методической литературе по географии и картографии, на уроках при изложении картографических тем. Это повысит интерес учащихся к предмету, сделает изложение картографических вопросов более живым и доходчивым, покажет место картографии в культурной сокровищнице человечества.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Географическая картография	
Определение картографии	6
Картография и другие науки	9
Система картографических дисциплин	17
Глава II. Карты и их свойства	
Проекция, генерализация, условные знаки	20
Элементы карты	38
Карта — образно-знаковая модель	41
Серии карт и атласы как модели географических систем	47
Глава III. Типы и виды картографических произведений	
Классификация карт	49
Географические атласы	69
Источники для создания карт и атласов	75
Потребности практики и карты нового типа	82
Глава IV. Картографическая информация и чтение карт	
Что такое картографическая информация	85
Картографический образ и восприятие карт	89
Чтение карт	97
Глава V. Использование карт	
Из истории использования карт	101
Картографический метод исследования	106
Визуальный анализ и описания по картам	110
Графические приемы	112
Картометрия и морфометрия	115
Математическое моделирование	122
Об использовании карт при обучении в школе	133
Глава VI. Системный подход в картографии	
О системной методологии	137
Термины «система» и «геосистема»	139
Развитие системных представлений в картографии	144
Картографические системы	147
Глава VII. Картография и охрана окружающей среды	
Карты природоохранной тематики	152
Исследование окружающей среды по картам	155
Карты и мониторинг	162
Глава VIII. Карты в литературе	
«Привычка странствовать по картам...»	176
«Сладкий плод учения»	178
Мысленные карты	182
Романтика приключений	187
«Карты, нужные войскам...»	189

55 к.



