

GRAPHIC MODELS OF THE WORLD

A. M. BERLYANT

Graphic images remain as one of the most important means for real world cognition, a tool of thinking and imaginative search. Geoiconics as a new scientific branch addresses theory, analysis and utilisation of any geoimages like maps, photos, photo-maps, block-diagrams, and computer animations in Earth Sciences.

Графические изображения всегда останутся одним из главных средств познания окружающего мира, инструментом мышления и творческого поиска. Новое научное направление – геоиконика занимается теорией, анализом и использованием в науках о Земле любых геоизображений: карт, снимков, фотокарт, блок-диаграмм, компьютерных анимаций и др.

ГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МИРА

А. М. БЕРЛЯНТ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ОТ ГЛИНЯНЫХ ТАБЛИЧЕК – К ЭЛЕКТРОННЫМ КАРТАМ

Человечество изобрело карты задолго до того, как появилась письменность. Примитивные карточные рисунки наносили на стены пещер и бивни мамонтов, глиняные таблички, раковины и бересту, а позднее на пергамент, шелк, медные вазы. Упоминание о картах есть даже в Библии. Там сказано: “И ты, сын человеческий, возьми себе кирпич и положи его перед собой и начертай на нем город Иерусалим” (Кн. Иезекиля, гл. 4 : 1). Речь, по-видимому, идет о карте на глиняной табличке – плоском кирпиче, такие изображения хорошо известны археологам и историкам картографии.

Прошедшие тысячелетия изменили облик карт: наскальные рисунки сменились рукописными бумажными картами, потом печатными гравюрами, многокрасочными полиграфическими оттисками, а теперь электронными видеозображениями и их цветными копиями.

Известно, что в мышлении человека зрительный образ занимает центральное место. Около 4/5 всей информации об окружающем мире люди получают с помощью зрения. Ни быстродействующие процессоры, ни многозвучные плейеры не способны конкурировать с изображениями в отношении эффективности передачи информации. Всем известна простая мудрость: “Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать”. И именно поэтому, чем совершеннее компьютер, тем шире и многокрасочнее его дисплея.

Никогда прежде географы, геологи, планетологи, социологи и другие представители наук о Земле и обществе не имели дела с таким изобилием карт, аэро- и космических снимков, экранных изображений, на которых в разных аспектах и всевозможных ракурсах представлена наша планета – объект их исследований и забот. Съемки в любых масштабах и диапазонах, с различным пространственным охватом ведут на земле и под землей, на поверхности океанов и под водой, с воздуха и из космоса. Кроме того, компьютерное моделирование, различные механические и автоматические преобразования снимков и карт приводят к появлению десятков и сотен производных графических моделей. Постепенно входят в исследовательский обиход и становятся привычными картографические анимации и голограммы.

Карты и снимки теперь не только висят на стенах или покоятся под обложками атласов, они выспечиваются на мониторах в капитанских рубках

морских судов и кабинах космических кораблей, в офисах администраторов, в скромных геологических лабораториях и салонах роскошных лимузинов.

ГЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Для обозначения всего множества карт, снимков и других подобных моделей предлагаются термин “геоизображения” и следующее его определение [1]: геоизображение – любая пространственно-временная, масштабная, генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме. В этой формулировке обозначены главные свойства, присущие всем геоизображениям (масштаб, генерализованность, наличие графических образов), и отмечена их специфика – это изображения Земли и планет. Заметим, что приставка “гео” в приложении к другим планетам вполне правомерна, поскольку планетологи давно согласились отказаться от терминов типа “сelenология” и “сelenография”, “ареология” и “ареография” и т.п. и перешли к более удобным и понятным названиям: геология и география Луны, геология и география Марса, Венеры и др.

Выделяются три класса геоизображений, различающихся прежде всего метрическими свойствами, методами получения, статичностью/динамичностью и, конечно, назначением:

- 1) плоские или двумерные геоизображения,
- 2) объемные или трехмерные геоизображения,

3) динамические трех- и четырехмерные геоизображения.

Плоские геоизображения

К этому классу относятся карты и планы, знаковые, генерализованные модели, построенные в картографических проекциях: топографические, тематические карты самых разных масштабов, назначения и содержания, а также всевозможные производные картографические модели. Таковы, например, анаморфизированные карты – изображения, искажающие реальные пространственные формы ради более наглядной передачи особенностей размещения картографируемых явлений (рис. 1).

Аэро- и космические снимки, фотографии морского дна, телевизионные, радиолокационные, гидролокационные, сканерные изображения и т.п. также относятся к плоским геоизображениям. Они регистрируют собственное или отраженное излучение объектов, причем съемка может быть покадровой, построчной или поэлементной – от этого зависят геометрические свойства и разрешение снимков. А кроме того, съемку ведут в разных диапазонах электромагнитного спектра, то есть в видимой, инфракрасной, микроволновой зонах, и это еще более расширяет изобразительные возможности снимков.

Комбинации геометрических и спектральных свойств снимков настолько разнообразны, что все их даже затруднительно перечислить. Самое же главное свойство всех снимков – это копийная

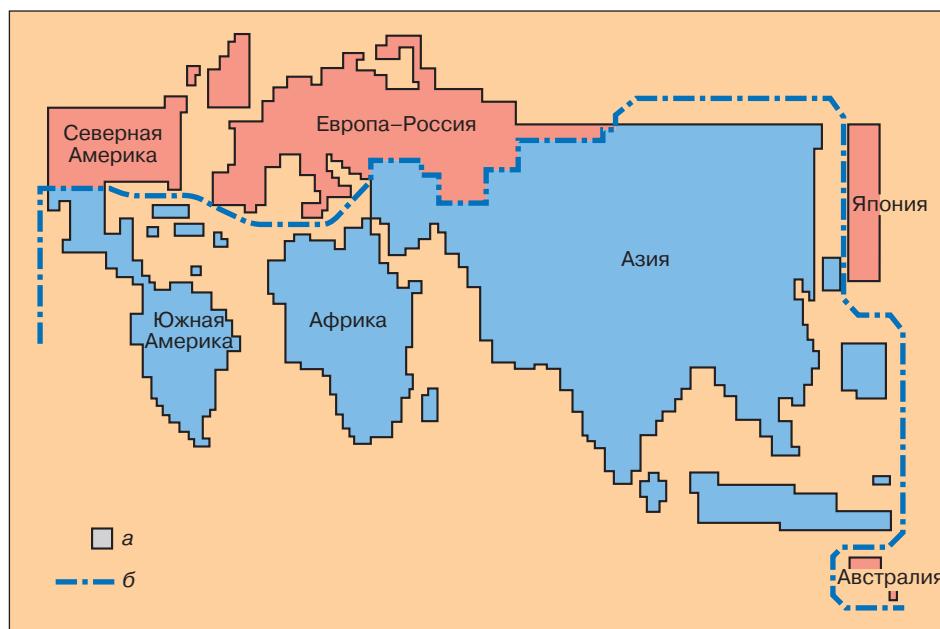


Рис. 1. Анаморфизированное изображение с измененными формами территорий: их размеры пропорциональны не реальной площади, а количеству населения: а – 10 млн жителей, б – граница север–юг (по Вилли Брандту), отражающая резкие различия в численности населения между промышленно развитыми и развивающимися странами

(иконическая) передача объектов, их реальной формы и вида с той степенью разрешения (подробности), которую обеспечивает съемочная аппаратура. В этом состоит принципиальное отличие снимков от карт — условно-знаковых изображений, созданных руками и мыслью картографов и отражающих уровень современных знаний об объекте.

Еще одна группа плоских геоизображений — компьютерные (электронные) карты, высвечиваемые на экранах в растровом и векторном форматах, либо построенные на высокоточных цветных печатающих устройствах (принтерах). На электронных картах можно использовать особые мигающие знаки, меняющиеся расцветки, добавлять на карты новую информацию (в том числе и фотоизображение), менять их масштаб и проекции, выполнять другие трансформации. Можно “перелистывать” карты прямо на экране, совмещать их друг с другом — словом, работать с электронными картами в интерактивном режиме.

Объемные геоизображения

Второй класс геоизображений объединяет трехмерные графические модели, зрительно воспроизводящие объемность реального мира. К ним относятся блок-диаграммы — трехмерные рисунки местности, стереоскопические модели — результат разглядывания стереопар снимков сквозь специ-

альные стереофотограмметрические приборы, физиографические панорамы — модели, сочетающие наглядность и картинность художественных пейзажей с точностью карт, и др. Такие панорамы и пейзажи конструируют теперь на экранах компьютеров, они чрезвычайно удобны для планирования архитектуры ландшафта, размещения на нем зданий и сооружений.

К объемным геоизображениям принадлежат рельефные карты и глобусы, которые еще недавно лепили вручную из папье-маше, а теперь формуют из пластика термовакуумным способом, и, наконец, объемные голограммы. Сегодня голографические карты и снимки местности существуют в единичных экспериментальных экземплярах, но прогресс этой технологии столь стремителен, что, возможно, скоро они станут не менее привычными, чем электронные карты.

Динамические геоизображения

Движущиеся геоизображения передают изменения объектов не только в пространстве, но и во времени, то есть как бы в четвертом измерении. Это плоские или стереоскопические картографические фильмы и мультипликации, получившие название анимаций. С их появлением картография преодолела свою извечную статичность, стали говорить даже об особой анимационной картографии, в которой

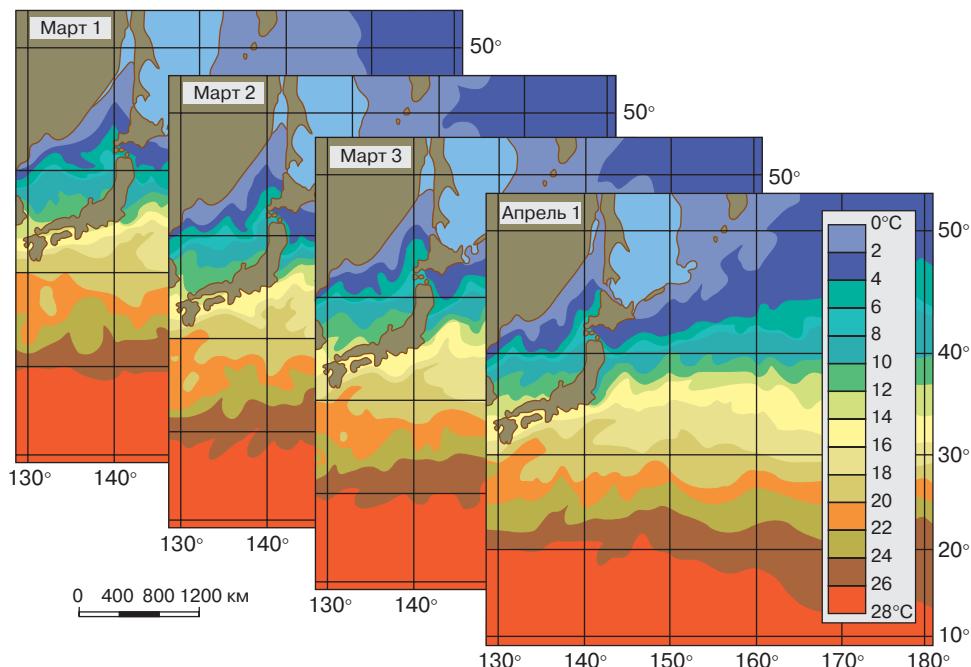


Рис. 2. Фрагмент компьютерной анимации: последовательность карт-кадров, отражающих изменения температурного поля фронтальной зоны течения Куросио в северо-западной части Тихого океана. Каждый кадр характеризует состояние на декаду (1, 2, 3-я декады марта и 1-я декада апреля). Абсолютные значения температура (в °C) показаны в виде вертикальной колонки цифр на правом кадре [1]

традиционная статичная картография выглядит как частный случай.

По динамическим геоизображениям легко, например, следить за разрастающимися пятнами нефтяного загрязнения на поверхности океана, за путями перемещения очагов эпидемий, изменениями температурных полей на суше и в океане (рис. 2), за движениями ледников и т.п. Новейшие компьютерные технологии позволяют перемещать картографическое изображение по экрану, менять скорость демонстрации, возвращаться к нужному кадру или двигаться в обратной последовательности. Отдельные знаки могут мигать, а фоновые окраски – пульсировать, как бы предупреждая об опасности, можно также выполнять панорамирование, изменять ракурс, поворачивать все изображение и даже создавать эффект движения над картой, словно совершая “облет” территории, причем с разной скоростью.

Мало-помалу анимации входят в повседневный быт, и мы легко воспринимаем на телеэкране анимационную карту прогноза погоды, когда на ней перемещаются атмосферные фронты, облачный покров и зоны осадков.

СИСТЕМА ГЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Классификация геоизображений может быть выполнена по разным основаниям: по технологии изготовления, способам визуализации, уровню генерализации, оперативности и др. В табл. 1 приводится одна из классификаций по двум признакам: статичности–динамичности и размерности. Классификация, конечно же, не является исчерпывающей ввиду многообразия геоизображений.

Кроме геоизображений, входящих в рассмотренные три класса, есть много комбинированных моделей, сочетающих в себе разные свойства. Таковы, например, широко распространенные космофотокарты (иконокарты), на которых знаковая картографическая нагрузка напечатана поверх фотоизображения, так что читатель одновременно видит и генерализованную карту и детальный снимок одной и той же местности [6] (рис. 3). В других случаях фотоизображение как бы натягивается на трехмерную модель рельефа (рис. 4), в результате чего получаются фотоблок-диаграммы, обладающие большой наглядностью [2]. К комбинированным

геоизображениям относятся фототелевизионные и синтезированные многоспектральные снимки.

Изучая все множество геоизображений, можно обнаружить, что между разными их видами часто нет резких границ. Например, нет принципиальных различий между обычными и электронными картами, хотя на последних имеются движущиеся знаки и изменяющиеся цвета. А от электронных карт уже один шаг до анимаций. Точно так же существует плавный переход от карт к фотокартам, затем к иконокартам и далее к снимкам. При этом постепенно ослабевают свойства знаковости и нарастают свойства копийности или снимковости. А при переходе от снимков к стереомоделям, фотоблок-диаграммам и потом к рельефным картам нарастает трехмерность, объемность изображений.

На круговой диаграмме (рис. 5) геоизображения представлены в виде системы с плавными изменениями свойств, постепенными взаимными переходами. В этой системе показаны, конечно же, не все секторы-лепестки. Так, между картами и снимками можно разместить еще перспективные карты, фотопланы и фотопортреты местности. Плоский график неспособен передать все многообразие взаимных переходов и комбинаций. Он отражает постепенность изменения форм и свойств графической визуализации, представляя собой одну из возможных моделей единой системы геоизображений.

ГИПЕРГЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Центральную часть диаграммы занимают наиболее сложные графические модели, в разной степени синтезирующие свойства карт, снимков, объемных и динамических изображений. Их можно обозначить термином “гипергеоизображения” (или для краткости “гиперизображения”), понимая под этим обобщение понятия обычного геоизображения на случай синтетической многомерной модели, в той или иной мере интегрирующей геометрические, яркостные, динамические и стереоскопические свойства.

Как правило, гипергеоизображения – это программно управляемые модели, свойствами которых можно управлять по мере необходимости. С развитием компьютерных технологий становится вполне реальным конструирование гипергеоизображений

Таблица 1

Статические		Динамические	
двумерные	трехмерные	четырехмерные	
плоские	объемные	плоские	объемные
Карты, снимки, планы, фотокарты, ЭВМ-карты, синтезированные изображения	Анаглифы, блок-диаграммы, рельефные модели, голограммы	Кинофильмы, мультфильмы, слайд-фильмы, ЭВМ-фильмы, многовременные снимки, метахронные блок-диаграммы, киноатласы	Стереофильмы, стереомультиплексии, киноголограммы, динамические блок-диаграммы, динамические голограммы



Рис. 3. Иконокарта участка долины реки Брахмапутры (Бангладеш) со множеством русел и рукавов. Составлена на основе цифрового монтажа космических снимков, трансформированных в проекцию топографической карты в масштабе 1 : 50 000 [6]

с любыми заданными свойствами. Появляются, например, особые стереокарты или объемные фотоизображения горного рельефа с заранее рассчитанным освещением и распределением теней и т.п.

В процессе реализации международной программы “Глобальные изменения” [5] была создана серия электронных компьютерных стереокарт мира, одна из которых воспроизведена на рис. 6. Она характеризует поле температуры суши и океана по результатам измерений с метеоспутника NOAA. Полосы съемки, виток за витком покрывающей земной шар, соединяются (сшиваются), проходят яркостную коррекцию, трансформируются в картографическую проекцию, затем выполняются расчет изотерм, послойная окраска их в красно-желто-зеленой шкале и приданье карте свойств стереоскопичности. В итоге полученное гипергеоизображение обладает точностью карты, подробностью снимка и наглядностью стереомодели. К тому же такая электронная карта-снимок программно управляема, с ней удобно проводить аналитические преобразования (например, получить разность между распределением дневных иочных температур), добавлять новые данные по мере их поступления.

Прогресс в области конструирования гипергеоизображений так же бесконечен, как и любой другой сфере творческого поиска. Возникают новые задачи, связанные с выбором оптимальных диапа-

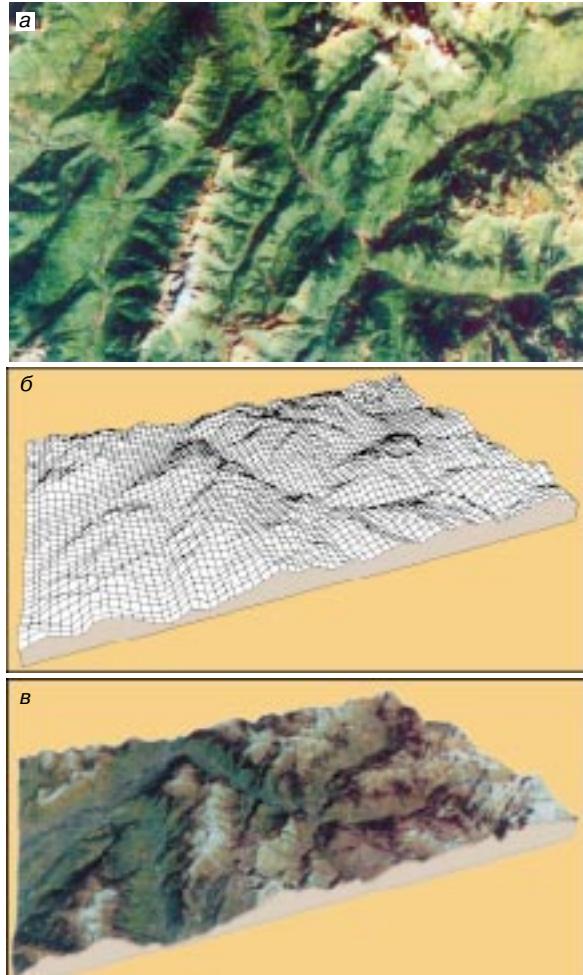


Рис. 4. Построение фотоблок-диаграммы: а – космический снимок с французского спутника SPOT (район Альбервиль, Франция); б – трехмерная компьютерная блок-диаграмма (цифровая модель) того же района; в – совмещение блок-диаграммы со снимком [2]

зонов космической съемки, наиболее выгодных картографических проекций, разработкой изобразительных средств, способов генерализации, изучением особенностей зрительного восприятия динамических изображений и т.п.

ГЕОИКОНИКА

В 60-е годы в нашей стране и за рубежом стала быстро прогрессировать особая наука об изображениях – иконика, которая, не претендуя на замену таких конкретных отраслей знания, как телевидение, фотография, оптика и др., занялась исследованием общих свойств изображений, целей и задач их преобразования, обработки и воспроизведения, распознавания графических образов [3]. Постепенно

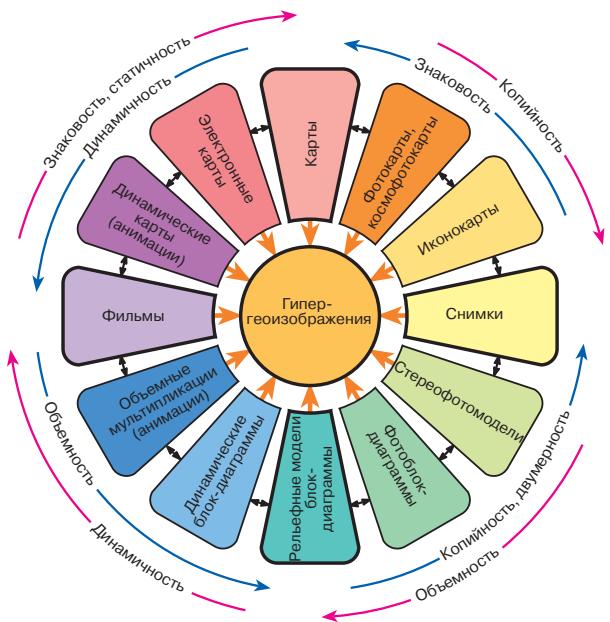


Рис. 5. Система геоизображений

идеи иконики стали проникать в дистанционное зондирование и науки о Земле.

В 1985 году автором этих строк была выдвинута идея разработки нового направления — геоиконики как синтетической отрасли знания, изучающей теорию геоизображений, методы их анализа, преобразования в науке и практике [1]. При этом геоиконика является не просто пограничной, а скорее связующей дисциплиной между картографией, аэрокосмическими методами и машинной графикой.

О научных направлениях связующего типа хорошо сказал Б.М. Кедров: «... уже в конце XIX в. стала обнаруживаться другая черта в продолжающемся процессе дифференциации науки: начали появляться новые дисциплины, способствующие своим появлением образованию "мостов" между ранее разобщенными науками. Такого рода мости возникали либо в виде переходных или промежуточных дисциплин, в которых соединялись черты двух или более разделенных до тех пор наук, либо в виде наук общего характера, пронизывающих собой как общим стержнем другие науки, не связанные, казалось бы, между собой. В результате этого *дифференциация наук в современных условиях порой не только не приводит к их дальнейшему разобщению, а как раз, наоборот, способствует их взаимному цементированию, заполнению разделявших их прежде пропастей, короче говоря их интеграции*» (выделено нами. — А.Б.) [4, с. 18–19].

Геоиконика связывает три мощных научных направления, каждое из которых так или иначе изучает геоизображения — это картография, аэрокосмические методы и машинная графика. При этом она

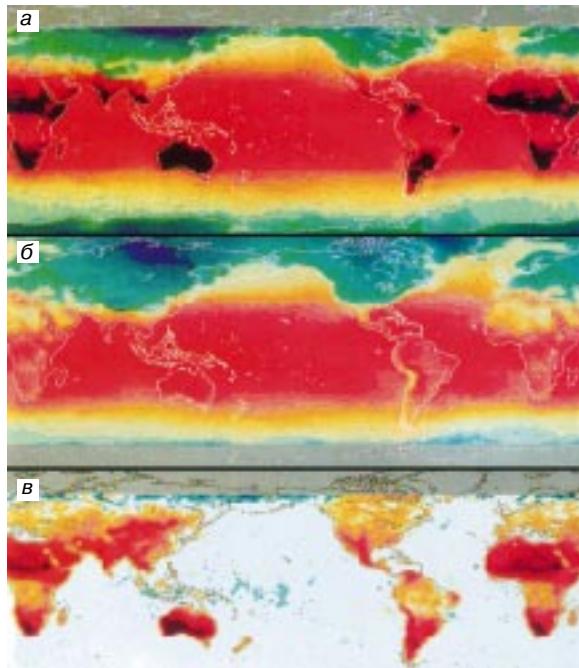


Рис. 6. Распределение температур поверхности земного шара днем (а), ночью (б) и разность дневных и ночных температур (в). Гипергеоизображение получено путем геометрической коррекции снимков с метеоспутника NOAA и компьютерного картографического моделирования изолиний температурных полей [5]

вбирает в себя достижения иконики, кибернетики, психологии восприятия, теории распознавания образов, то есть тех дисциплин, которые накопили значительный опыт анализа и обработки изображений, а также наук о Земле, позволяющих понять содержательную сущность геоизображений. Геоиконика, однако, ни в коей мере не должна (и не может) подменять такие отрасли картографии, как использование карт или картографическая семиотика, или заступить место дешифрирования и фотограмметрии. Задача ее не подмена, а интеграция исследований, их синтез, предполагающий получение нового знания.

В наши дни идеи построения единой теории геоизображений разрабатываются по разным направлениям. Это связано с развитием и обоснованием картографо-аэрокосмического метода исследования на базе автоматизации, с формированием интегральных геоинформационных систем, с упоминавшимися выше разработками в области трехмерного картографирования, с созданием фотокарт и ортофотокарт, с проблематикой динамического картографирования, а также с теоретическими изысканиями на стыке картографии и аэрокосмических методов.

Теория геоизображений находится пока еще в стадии формирования. По существу речь идет о проекте нового научного направления. В его основу должны быть положены содержательные представления, раскрывающие специфику формирования графических образов природных и социально-экономических геосистем. Отсюда следует, что теория геоизображений должна в самой сильной степени опираться на теорию географической картографии, то есть на ту дисциплину, которая более всего продвинулась в теоретическом осмыслении геоизображений, их свойств, законов формирования, а главное, их отношения с отображаемыми объектами и процессами.

Структура геоиконики выкристаллизуется в будущем, однако сейчас можно сделать некоторые предварительные предположения. По-видимому, как и другие связующие научные дисциплины, она будет включать такие разделы, как теория геоизображений (свойства, оценка информативности, проблемы генерализации, распознавание образов, восприятие изображений и др.), методы обработки и анализа изображений (геоиконометрия, улучшение, фильтрация, синтезирование и декомпозиция, алгоритмы распознавания и т.п.) и прикладная геоиконика (то есть конкретное применение ее в геолого-геофизических, географических, океанологических и других исследованиях).

Решающую роль в становлении нового направления играют цифровое картографирование и геоинформационные системы. Именно с их помощью изготавливают электронные карты, трехмерные модели, анимации и сложные гипергеоизображения, предоставляющие пользователю информацию в формах, наиболее удобных для решения конкретных задач.

НАМ НЕ ДАНО ПРЕДУГАДАТЬ...

Сегодня новые карты и атласы не пахнут уже типографской краской, а подмигают с экрана яркими огоньками значков и меняют окраску в зависимости от нашего желания и настроения. Возможно, недалеко то время, когда картографические голограммы создадут полную иллюзию реальной местности, а пейзажные компьютерные модели сведут на нет различия между картой и живописным полотном.

Впрочем, любые попытки предугадать облик геоизображений будущего на сколько-нибудь отдаленную перспективу все равно опираются на нынешние традиции, экстраполируют современные тенденции развития картографии и дистанционного зондирования. Вряд ли средневековый картограф мог прогнозировать, что гравировальный резец усовершенствуется настолько, что будет заменен "мышью" и курсором, а рисунок станут не наносить на медную доску, а фиксировать в базах данных, да еще в цифровой форме.

По-видимому, подобные прогнозы обречены на неудачу. Мы сегодня не можем предсказать облик геоизображений будущего, точно так же как создатели русских чертежей в XVIII веке неспособны были предвидеть появление электронных космофотокарт. Прогресс компьютерной картографии наверняка преподнесет нечто принципиально новое, невиданное и непредсказуемое. Но ясно одно — значение проблемы визуализации информации в науках о Земле усиливается. Геологи, географы, геофизики, океанологи III тысячелетия смогут наглядно отображать все четыре измерения пространства—времени, легко ориентироваться в нем и перемещаться в любых направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А.М. Геоиконика. М., 1996.
2. Грело Ж.-Ф. Взгляд из Космоса // Курьер Юнеско. 1991. Авг.
3. Иконика — новое направление в изучении изображений // Тр. Гос. опт. ин-та. 1982. Т. 51, вып. 185.
4. Кедров Б.М. Классификация наук. М.: Мысль, 1995.
5. A Program for Global Change. Earth System: A Closer View // Rep. Earth Sys. Sci. Com. NASA Adv. Com. Washington (D.C.), 1988.
6. Galtier B., Baudin A. Les iconocartes // Bull. Soc. Fr. Teledetect. 1992. № 126.

* * *

Александр Михайлович Берлянт, доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой картографии и геоинформатики МГУ. Автор более 300 научных трудов, в том числе девяти монографий, по использованию карт в науках о Земле, теории картографии, геоинформатике, геоиконике.