

## GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN GEOSCIENCES

A. M. BERLYANT

*Geographical information systems (GIS) are the most proficient cognitive tools in geosciences. The most-used are resources GIS oriented to inventory, estimation and rational management of natural resources. At its base, a special branch of cartography is developing namely geoinformational mapping, which has direct relationships to telecommunication networks.*

**Географические информационные системы (ГИС) – эффективное средство познания в науках о Земле. Наиболее распространены ресурсные ГИС, нацеленные на инвентаризацию, оценку и рациональное использование природных ресурсов. На базе ГИС развивается особая ветвь картографии – геоинформационное картографирование, имеющее тесные связи с сетями телекоммуникации.**

© Берлянт А.М., 1999

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

А. М. БЕРЛЯНТ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

### ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

Информатизация коснулась сегодня всех сторон жизни общества, и трудно, пожалуй, назвать какую-либо сферу человеческой деятельности – от начального школьного образования до высокой государственной политики, – где не ощущалось бы ее мощное воздействие. Информатика дышит в затылок всем наукам, догоняя и увлекая их за собой, преобразуя, а порой и поработая в стремлении к бесконечному компьютерному совершенству.

В науках о Земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС), причем слово “географические” обозначает в данном случае не столько “пространственность” или “территориальность”, а скорее комплексность и системность исследовательского похода.

Первые ГИС были созданы в Канаде и США в середине 60-х годов, а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемых в экономике, политике, экологии, управлении ресурсами и охране природы, кадастре, науке и образовании. ГИС охватывают все пространственные уровни: глобальный, региональный, национальный, локальный, муниципальный, интегрируя разную информацию о нашей планете: картографическую, данные дистанционного зондирования, статистику и переписи, кадастровые сведения, гидрометеорологические данные, материалы полевых экспедиционных наблюдений, результаты бурения и подводного зондирования.

В создании ГИС участвуют международные организации (Организация объединенных наций, Программа по окружающей среде, Продовольственная программа), правительственные учреждения, министерства и ведомства, картографические, геологические и земельные службы, статистические управления, частные фирмы, научно-исследовательские институты и университеты. На разработку ГИС ассигнуют значительные финансовые средства, в деле участвуют целые отрасли промышленности, создается разветвленная геоинформационная инфраструктура, сопряженная с телекоммуникационными сетями.

Во многих странах образованы национальные и региональные органы, в задачи которых входит

развитие ГИС и автоматизированного картографирования, формирование государственной политики в области геоинформатики, национального планирования, сбора и распространения информации, включая и исследование правовых проблем, связанных с владением и передачей географической информации, с ее защитой. Федеральная программа России предусматривает создание цифровых и электронных карт масштабов 1 : 10 000 – 1 : 1 000 000 и банков данных для этих карт, разработку ГИС различного ранга и назначения (для органов государственного управления, для демаркации границ России, региональных ГИС по Северу, Байкалу, муниципальным, территориальным и отраслевым ГИС).

В Москве сформирован первый Российский научно-производственный центр геоинформации (Росгеоинформ). Одновременно развернуты региональные производственные центры в Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске. При создании разветвленной ГИС-инфраструктуры к этим центрам предполагается привязать местные и отраслевые ГИС разной проблемной ориентации, а также центры сбора и обработки аэрокосмической информации. В сеть ГИС России обязательно должны быть включены научные и научно-производственные базы и банки тематических данных, существующие в институтах Академии наук, вузах, отраслевых учреждениях и ведомствах.

## ЧТО ТАКОЕ ГИС

Сущность ГИС состоит в том, что она позволяет так или иначе собирать данные, создавать базы данных, вводить их в компьютерные системы, хранить, обрабатывать, преобразовывать и выдавать по запросу пользователя чаще всего в картографической форме, а также в виде таблиц, графиков, текстов.

Повсеместность использования ГИС привела к многообразию толкований самого понятия. В научной литературе бытуют десятки определений ГИС, в них отмечается, что ГИС — это аппаратно-программный и одновременно человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества [5]. Такая несколько тяжеловесная дефиниция верно отражает многие свойства ГИС, используемых в географии, геологии, экологии и других отраслях знания, но все же не является исчерпывающей. Попытка охватить в определении все функциональные, технологические и прикладные свойства ГИС неизбежно оборачивается неполнотой. Можно предложить несколько других толкований, характеризующих разные аспекты ГИС [1].

С научной точки зрения ГИС — это средство моделирования и познания природных и социально-экономических систем. ГИС применяется для исследования всех тех природных, общественных и природно-общественных объектов и явлений, которые изучают науки о Земле и смежные с ними социально-экономические науки, а также картография, дистанционное зондирование. В технологическом аспекте ГИС (ГИС-технология) предстает как средство сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной географической (геологической, экологической) информации. И наконец, с производственной точки зрения ГИС является комплексом аппаратных устройств и программных продуктов (ГИС-оболочек), предназначенных для обеспечения управления и принятия решений, причем важнейший элемент этого комплекса — автоматические картографические системы. Таким образом, ГИС может одновременно рассматриваться как инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии. Это достаточно типичная ситуация на современном уровне научно-технического прогресса, характеризующегося интеграцией науки и производства.

## СФЕРЫ И УРОВНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС

ГИС используются для решения разнообразных задач, основные из которых можно сгруппировать следующим образом [3]:

- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- территориальное и отраслевое планирование и управление размещением промышленности, транспорта, сельского хозяйства, энергетики, финансов;
- обеспечение комплексного и отраслевого кадастра;
- мониторинг экологических ситуаций и опасных природных явлений, оценка техногенных воздействий на среду и их последствий, обеспечение экологической безопасности страны и регионов, экологическая экспертиза;
- контроль условий жизни населения, здравоохранение и рекреация, социальное обслуживание, обеспеченность работой и др.;
- обеспечение деятельности органов законодательной и исполнительной власти, политических партий, движений, средств массовой информации;
- обеспечение деятельности правоохранительных органов и силовых структур;
- научные исследования и образование;
- картографирование (комплексное и отраслевое): создание тематических карт и атласов, обновление карт, оперативное картографирование.

Разнообразие сфер использования ГИС порождает множественность их видов и типов, различающихся по тематике, пространственному охвату,

назначению. Принято различать следующие территориальные уровни ГИС и соответствующие им масштабы.

Вид ГИС	Охват территории, км <sup>2</sup>	Масштаб
Глобальные	$5 \cdot 10^2$	1 : 1 000 000–1 : 100 000 000
Национальные	$10^4$ – $10^7$	1 : 1 000 000–1 : 10 000 000
Региональные	$10^3$ – $10^5$	1 : 100 000–1 : 2 500 000
Муниципальные	$10^3$	1 : 1000–1 : 50 000
Локальные (заповедники, национальные парки)	$10^2$ – $10^3$	1 : 1000–1 : 100 000

### ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕСУРСНОГО ТИПА

Один из наиболее распространенных видов ГИС в науках о Земле – ресурсные, предназначенные для инвентаризации, оценки, охраны и рационального использования ресурсов, прогноза результатов их эксплуатации. Чаще всего для их формирования используют уже имеющиеся тематические карты, которые цифруют и вводят в базы данных в виде отдельных информационных слоев. На рис. 1 показан один из слоев макета ГИС бассейна Волги. Этот слой характеризует загрязнение рек и озер в пределах бассейна и по сути является простым компьютерным аналогом экологической карты России масштаба 1 : 4 000 000, впервые составленной в Проблемной лаборатории комплексного картографирования МГУ. Другие слои этой ГИС отражают экологическое состояние пахотных земель, пастбищ, лесов, городов, расположенных в бассейне Волги. Они могут сопровождаться дополнительной информацией по отдельным рекам, озерам, угодьям, населенным пунктам (название, источники загрязнения, степень нарушенности), каждую карту можно укрупнить, совместить с другой, сделать с нее печатную копию.

В большинстве случаев ГИС создаются на основе обширных банков и баз данных цифровой информации, куда кроме картографических материалов включаются данные многолетних непосредственных наблюдений, статистические сведения, данные дистанционного зондирования. Примером может служить ГИС “Черное море”, созданная на основе международного сотрудничества стран Черноморского бассейна. Этот бассейн с разнообразной морской жизнью, обильными рыбными ресурсами, теплыми песчаными пляжами и неповторимыми по красоте прибрежными пейзажами, привлекающими туристов, в последние десятилетия испытывает катастрофическое ухудшение экологической обстановки из-за возрастающей антропогенной нагрузки на все компоненты окружающей среды, что ведет к резкому сокращению рыбных ресурсов, снижению

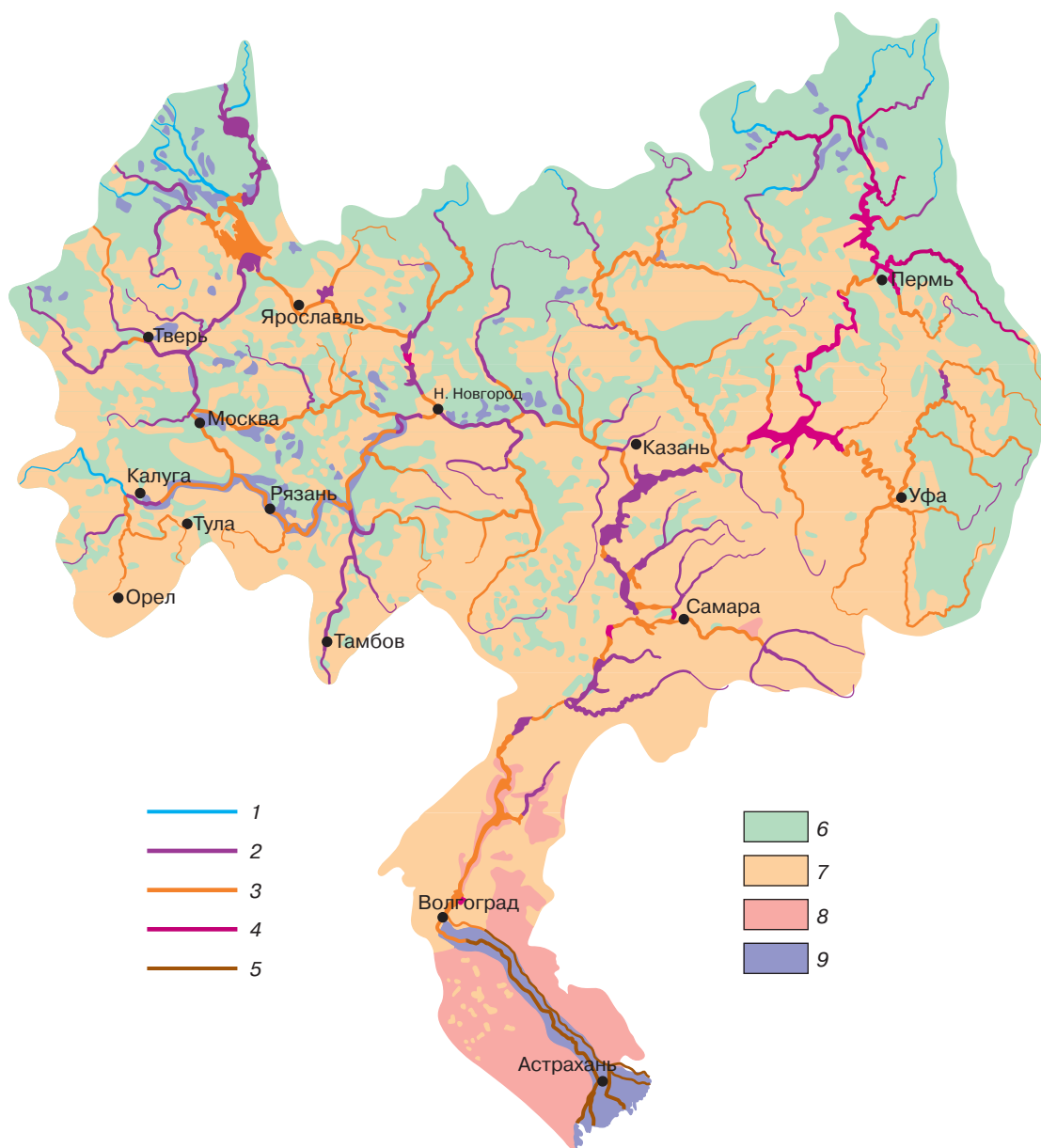
рекреационного потенциала, к деградации ценнейших прибрежных водно-болотных угодий.

Для централизованного принятия срочных мер по спасению Черного моря страны региона обратились за поддержкой в Глобальный фонд сохранения окружающей среды, основанный в 1991 году Всемирным банком в соответствии с Программой ООН по окружающей среде. В результате была сформирована и начала осуществляться трехлетняя Программа по спасению Черного моря – BSEP (Black Sea Environmental Programme), нацеленная на решение трех главных задач: 1) создание и укрепление региональных механизмов воздействия на экосистему Черного моря; 2) разработка и проведение политики и программы помощи, контроля и спасения окружающей среды; 3) привлечение инвестиций в экологические программы.

Координационная группа Программы, в состав которой вошли эксперты из каждой черноморской страны, уделила особое внимание формированию геоинформационной системы по природным ресурсам и состоянию среды Черноморского бассейна [9]. Создание такой ГИС реализовано в МГУ на кафедре картографии и геоинформатики. Работа предусматривала сбор, обработку и увязку всех картографических материалов и результатов экспедиционных наблюдений, поступивших от стран-участниц, создание специализированного программного обеспечения для ввода и редактирования цифровых данных, составление электронных карт, моделирование и проведение исследований, связанных с формированием ресурсно-экологической ГИС “Черное море” [4].

ГИС реализует две функции: моделирование и информирование об объекте. Она поддерживает научно-исследовательские работы в пределах акватории и прилегающей части Черноморского бассейна, обеспечивает распространение информации всем заинтересованным пользователям и принятие решений по природоохранным и защитным мерам, направленным на спасение уникальной экогеосистемы.

В разработке ГИС “Черное море” и насыщении ее баз данных участвовали 11 научно-исследовательских институтов из стран Черноморского бассейна и более 50 экспертов. Основной информационной единицей в ГИС “Черное море” является карта, сопровождаемая легендой, текстовым описанием и дополнительной информацией, относящейся к картографируемым объектам. При этом сама карта рассматривается как набор слоев и при выводе на экран они накладываются один на другой. Каждому слою приписываются следующие атрибуты: название слоя, соответствующее представленным объектам; признак видимости; признак активности. Обычно карта имеет один (иногда больше) тематический слой и слой географической основы. Всего ГИС “Черное море” содержит около 2000 карт, сгруппированных в семь тематических разделов



**Рис. 1.** Электронная карта, характеризующая загрязнение рек и озер бассейна реки Волга – один из слоев ГИС-Волга. Экологическое состояние вод: 1 – относительно чистые; 2 – умеренно загрязненные; 3 – загрязненные; 4 – грязные; 5 – сильно загрязненные. Использование земель: 6 – леса; 7 – сельскохозяйственные земли; 8 – луга и пастбища; 9 – поймы

(блоков). На рис. 2 представлен общий вид экрана, показывающего иерархию разделов тематических электронных карт:

1) география – общая информация о природе Черноморского региона;

2) геология – тектоника, геологическое строение, геоморфологическое районирование, эволюция берегов;

3) метеорология – типичные климатические и погодные условия;

4) физическая океанография – поля солёности, плотности и температуры вод для каждого месяца и сезона года по 20 стандартным горизонтам;

5) химическая океанография – распределение кислорода, сульфидов, нитратов, фосфатов для 11 стандартных горизонтов, а также содержание





**Рис. 2.** Экран “Тематические карты” ГИС “Черное море”. На экране видны иконки, при нажатии на которые пользователь открывает соответствующие наборы тематических карт: география, геология, химическая океанография и загрязнение вод, метеорология, физическая океанография, биология, рыбные ресурсы

тяжелых металлов, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ;

б) биология – карты водно-болотных угодий Причерноморья, заповедников, зон обитания экзотических видов флоры и фауны, а также серия карт, показывающих биологическую продуктивность Черного моря, распределение фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса;

7) рыбные ресурсы – серии карт зон обитания коммерческих видов рыб, районов их нереста и зимовки.

Внутри каждого из семи разделов содержатся наборы аналитических и синтетических карт, организованных в иерархические древовидные структуры. Навигатор ГИС позволяет перемещаться по иерархии вперед или назад вдоль любой из ветвей, для просмотра содержания разделов, подразделов или отдельных карт. Пользователь имеет возможность выбрать любую карту в разделе или подразделе, открыть ее для просмотра и получить информацию о представленных на ней объектах. Например, войдя в раздел “Метеорология”, можно вначале запросить “температуру воды”, месяц “январь”, затем “глубину 100 м” и в результате откроется карта “Температура воды в январе на глубине 100 м”.

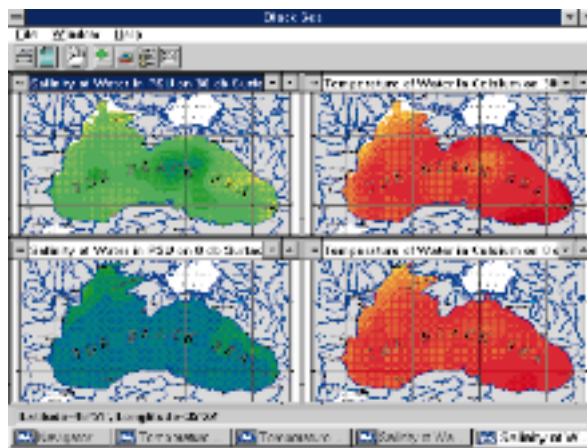
Модули, входящие в ГИС “Черное море”, позволяют выполнять следующие виды анализа:

- визуальное сопоставление двух карт путем их совмещения (оверлей);
- численный корреляционный анализ карт, включая расчет коэффициента корреляции или построение корреляционной карты для двух анализируемых показателей (включая выбор размеров скользящего окна в процентах от площади карты);

- запуск анимации (с прямым и обратным ходом времени и заданной скоростью) для анализа изменений динамических показателей (климатических, гидрофизических, гидрохимических) и интерполяция данных на любую заданную дату;

- активизация информационной подсистемы по рекам бассейна Черного моря, которая содержит усредненные по годам гидрологические характеристики для всех рек, показанных на карте.

При работе с любой картой можно выполнять ее масштабирование, определять координаты любой точки, на которую указывает курсор, сдвигать изображение, выводить легенду, просматривать текст описания карты, вызывать дополнительную информацию, привязанную к тому или иному объекту на карте. Меняя размеры окон, оператор может автоматически размещать на экране одновременно несколько карт либо выводить их на печать. На рис. 3 показан экран, содержащий сразу четыре карты солености (слева) и температуры вод (справа) для разных горизонтов. После визуального анализа особенностей размещения этих двух физических характеристик можно провести расчет корреляции и при необходимости составить и вывести на экран производные карты пространственной взаимосвязи солености и температуры.



**Рис. 3.** Вывод нескольких карт на экран ГИС “Черное море”. Слева – две карты солености вод на разных глубинах, а справа – соответствующие им карты температуры воды. Такое сопоставление удобно для визуального сравнения и статистических корреляций

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления – геоинформационного картографирования, суть которого составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование

природных и социально-экономических геосистем на основе ГИС и баз знаний [1].

Традиционная картография испытывает сегодня перестройку, сопоставимую, возможно, лишь с теми изменениями, которые сопровождали переход от рукописных карт к печатным полиграфическим оттискам. В некоторых случаях геоинформационное картографирование почти полностью заменило традиционные методы картосоставления и картоиздания.

Четкая целевая установка и преимущественно прикладной характер – вот, пожалуй, наиболее важные отличительные черты геоинформационного картографирования. Согласно подсчетам, до 80% карт, составляемых с помощью ГИС, носят оценочный или прогнозный характер либо отражают то или иное целевое районирование территории.

Программно-управляемое картографирование по-новому освещает многие традиционные проблемы, связанные с выбором математической основы и компоновки карт (возможность перехода от проекции к проекции, свободное масштабирование, отсутствие фиксированной нарезки листов), введением новых изобразительных средств (например, мигающие или перемещающиеся на карте знаки), генерализацией (использование фильтрации, сглаживания и т.п.).

Происходит тесное соединение двух основных ветвей картографии: создания и использования карт. Многие трудоемкие прежде операции, связанные с подсчетом длин и площадей, преобразованием изображений или их совмещением, стали рутинными процедурами. Возникла электронная динамическая картометрия. Создание и использование карт, в особенности если речь идет о цифровых моделях, стали как бы единым интегрированным процессом, поскольку в ходе компьютерного анализа происходит постоянное взаимное трансформирование изображений. Даже чисто методически стало трудно различить, где завершается составление исходной карты и начинается построение производной.

ГИС-технологии породили еще одно направление – оперативное картографирование, то есть создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени для быстрого, а точнее сказать, своевременного информирования пользователей и воздействия на ход процесса. При этом реальный масштаб времени понимается как характеристика скорости создания–использования карт, то есть темпа, обеспечивающего немедленную обработку поступающей информации, ее картографическую визуализацию для оценки, мониторинга, управления, контроля процессов и явлений, изменяющихся в том же темпе.

Оперативные карты предназначаются для инвентаризации объектов, предупреждения (сигнализации) о неблагоприятных или опасных процессах, слежения за их развитием, составления рекоменда-

ций и прогнозов, выбора вариантов контроля, стабилизации или изменения хода процесса в самых разных сферах – от экологических ситуаций до политических событий. Исходными данными для оперативного картографирования служат материалы аэрокосмических съемок, непосредственных наблюдений и замеров, статистические данные, результаты опросов, переписей, референдумов, кадастровая информация.

Огромные возможности и порой неожиданные эффекты дают картографические анимации. Разнообразные модули анимационных программ обеспечивают перемещение картографического изображения по экрану, мультипликационную смену кадров или трехмерных диаграмм, изменение скорости демонстрации, возврат к избранному фрагменту карты, перемещение отдельных элементов содержания (объектов, знаков) по карте, их мигание и вибрацию окраски, изменение фона и освещенности карты, подсвечивание и затенение отдельных фрагментов изображения и т.п. Совершенно необычны для картографии эффекты панорамирования, изменения перспективы, масштабирование частей изображения (наплывы и удаления объектов), а также иллюзии движения над картой (облет территории), в том числе с разной скоростью.

В обозримом будущем перспективы развития картографии в науках о Земле связываются прежде всего и почти целиком с геоинформационным картографированием. Они исключают необходимость готовить печатные тиражи карт. “В любой момент, – пишет Дж. Моррисон [7], – в режиме реального времени можно будет получить на экране дисплея визуализированное изображение изучаемого объекта или явления... И вместо совершенствования устаревших методов и технологий следует постоянно расширять применение ГИС и осваивать решение новых задач...”. Внедрение электронных технологий “означает конец трехсотлетнего периода картографического черчения и издания печатной картографической продукции”. Взамен мелкомасштабных карт и атласов пользователь сможет затребовать и сразу получить все необходимые данные в машинночитаемом или визуализированном виде, и даже само понятие “атлас” подлежит пересмотру.

Сегодня новые карты и атласы уже не пахнут типографской краской, а подмигивают 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.

## КАРТЫ В СЕТЯХ “ИНТЕРНЕТА”

И все же самые головокружительные перспективы сулит включение карт и других геоизображений

в системы телекоммуникации. Уже сегодня гораздо дешевле разместить цветную карту в “Интернете”, чем напечатать ее на бумаге. Если учесть еще и затраты на распространение традиционной картографической продукции, то экономическая выгода становится очевидной. В этом одна из причин того, что в недалеком будущем “Интернет” станет, видимо, главным каналом картографической коммуникации, основным средством взаимодействия создателей и потребителей карт.

Объем геоизображений, обращающихся сегодня в “Интернете”, поражает воображение – это сотни тысяч документов. Все они могут быть разделены на четыре большие категории:

- 1) статичные геоизображения (карты и атласы, полученные путем сканирования печатных или рукописных оригиналов);
- 2) интерактивные геоизображения, составляемые и обновляемые по запросам пользователей;
- 3) анимации, фильмы, мультимедийные геоизображения;
- 4) геоизображения в ГИС.

Основные тематические группы карт в “Интернете” составляют:

- обзорные справочные карты;
- карты погоды и опасных атмосферных явлений;
- навигационные и транспортные карты, условий проезда по дорогам;
- карты окружающей среды и риска природных катастроф;
- карты текущих политических событий, горячих точек и т.п.;
- карты для туризма, отдыха, путешествий.

Все они отвечают конкретным целям, и прежде всего поиску актуальной справочной информации. По некоторым оценкам, основной объем карт в “Интернете” составляют карты погоды, а вторые по частоте встречаемости – карты городов и автомобильных дорог. Но есть много геоизображений, ориентированных и на специализированное применение, на профессиональные интересы пользователей (например, разновременные планы, карты, снимки городов, или спутниковые иконокарты для сельского хозяйства). Наконец, особую группу составляют геоизображения для образовательных целей, содержащие материал по тем или иным учебным курсам, инструкции, упражнения.

Как показывают обследования, сегодня основные пользователи “Интернета” – это сравнительно молодые люди с достаточно высоким уровнем образования, хорошо ориентированные в компьютерных технологиях и информатике. В массе своей это интеллектуалы: 51% – представители науки и образования, 30% – предприниматели и деловые люди и лишь 19% – работники правительственных, адми-

нистративно-управленческих, военных и других организаций.

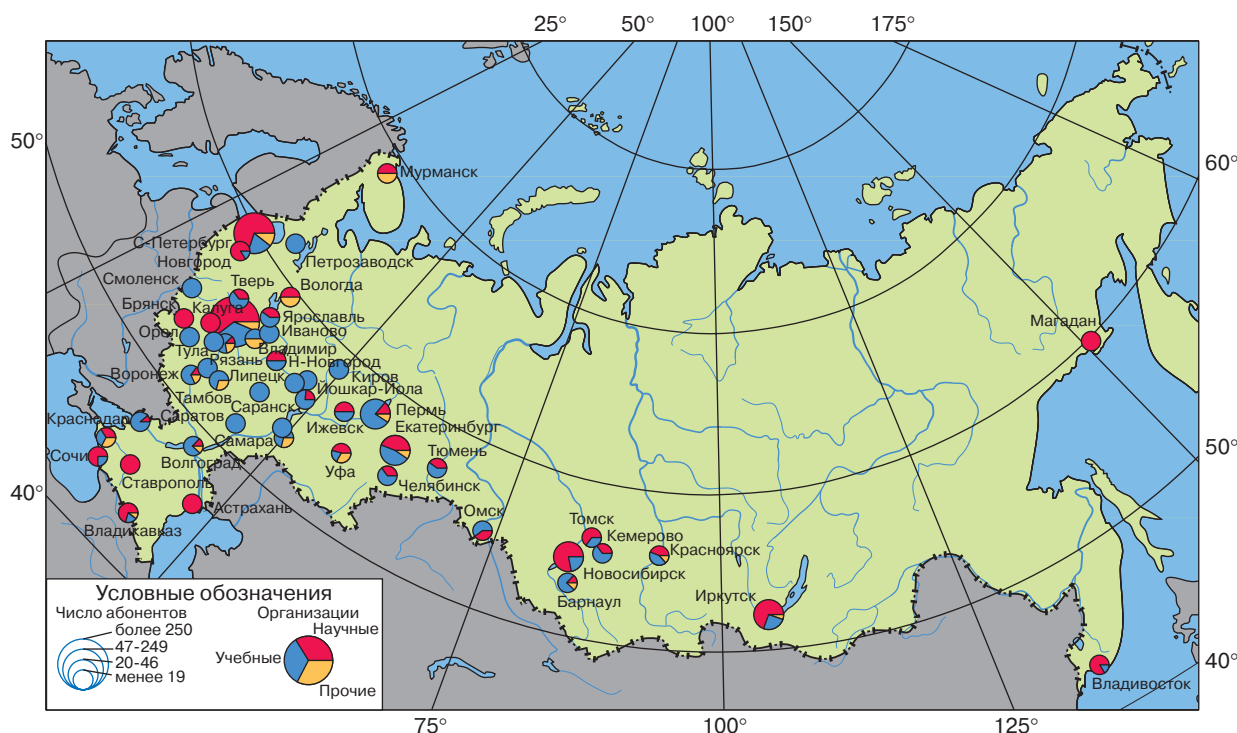
Географическое распределение пользователей “Интернета” неравномерно. Наибольшее их число сосредоточено в Северной Америке, Европе, Австралии и Новой Зеландии. Но если судить по относительным показателям, то наивысший уровень достигнут в Скандинавских странах. В Финляндии на тысячу жителей приходится более 47 серверов – это наивысший показатель в мире. В США – 10–20 серверов на 1000 жителей, в Канаде, Великобритании, ФРГ – примерно 10, в России – около 5. На рис. 4 приведена карта, характеризующая число абонентов телекоммуникационных сетей в крупнейших городах России. В целом по стране пользователи научных организаций и вузов имеют примерно равные доли – 49 и 43% соответственно [2].

Обилие карт и других геоизображений, обращающихся в “Интернете”, – это, однако, не только благо, но и большая проблема для пользователя. Информация захлестывает его, ему трудно ориентироваться. Графические документы избыточны и не всегда упорядочены. По меткому выражению Дж. Батлера [8], обращение к “Интернету” порой напоминает попытку напиться из пожарного шланга. Поэтому важнейшей проблемой в ближайшем будущем станет разработка навигаторов, позволяющих передвигаться по “Интернету” для поиска требуемого геоизображения, а также создание дружественных пользовательских интерфейсов.

Одно из таких средств – виртуальные атласы, то есть атласы, которые можно формировать, применяя определенные правила работы в “Интернете”. По сути это своеобразные пользовательские графические интерфейсы, создаваемые для работы с ресурсами пространственной информации: картами, снимками, анимациями, другими геоизображениями, текстами, звуками, статистическими данными, метаданными, разного рода указателями.

Виртуальные атласы обеспечивают доступ к пространственным данным разных уровней от глобального обзора до отдельной страны или региона. Они могут иметь разные назначение, проблемную ориентацию, пространственный охват, быть учебными, справочными или туристскими – все определяется системой навигации и интерфейсом. При этом они постоянно обновляются за счет новых геоизображений, вводимых в “Интернет”. Для этого разрабатываются специальные системы слежения и выявления (своеобразного мониторинга) вновь поступающих ресурсов пространственной информации и ее оперативной оценки с точки зрения целесообразности включения в виртуальный атлас.

Итак, если задуматься о картах будущего, то, видимо, это будут “разумные изображения” (Intelligent Images), синтезирующие информацию из разных источников, обращающиеся в компьютерных сетях в реальном масштабе времени и с переменным



**Рис. 4.** Карта абонентов телекоммуникационных сетей России

разрешением. Такое мнение высказал недавно Л. Джордан, президент одной из ведущих американских компаний по разработке ГИС [6]. Пользователь сможет работать с такими геоизображениями в интерактивном режиме и перемещаться по ним в любом направлении в двух, трех или четырех измерениях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М.: Астрейя, 1997. 64 с.
2. Берлянт А.М., Аляутдинов А.Р., Мусин О.Р., Платонов А.П. Картографирование телекоммуникационных сетей России // ГИС-обозрение. 1995. Весна.
3. Берлянт А. М., Жалковский Е. А. К концепции развития ГИС в России // Там же. 1996.
4. Берлянт А.М., Мамаев В.О. и др. Создание ГИС "Черное море" – результат международного научного сотрудничества // Там же. 1997. № 1.
5. Гармиз И.В., Кошкарев А.В., Тихонов В.С., Трофимов А.М. Теоретические и методологические аспекты развития географических информационных систем // География и природ. ресурсы. 1991. № 1.

6. Джордан Л. На пороге новой эры: Интеграция ГИС и дистанционного изображения // ARC/Review. 1997. № 1.

7. Моррисон Дж. Картография нового тысячелетия // Геодезия и картография. 1996. № 8.

8. Butler J. An Introduction to Geoscience Education Resources on the Internet//Computers and Geosci. 1995. Vol. 21, № 6. P. 817–824.

9. First Meeting of the Working Party on Data Management and Geographic Information System (GIS) // PCU GEF Black Sea Environ. Progr. Istanbul, Turkey, 5–7 Apr. 1994. 21 p.

\* \* \*

Александр Михайлович Берлянт, доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой картографии и геоинформатики МГУ. Автор более 350 научных трудов, в том числе 20 монографий, по использованию карт в науках о Земле, теории картографии, геоинформационному картографированию, геоиконике.