

Московский Государственный
Университет им. М. В. Ломоносова

Российская
Академия Естественных Наук

А. М. Берлянт

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ**

**Москва
1997**

ББК 26.1
Б 49

*Работа выполнена при поддержке
Российского Фонда
фундаментальных исследований
Проект 97-05-64404
и по Программе поддержки ведущих
научных школ
Проект 96-15-98414*

Берлянт А.М.

Б 49 Геоинформационное картографирование. М.: 1997. -64 с.

ISBN 5-7594-0041-X

Представлена концепция геоинформационного картографирования, рассмотрены его особенности и географические основы, перспективы развития в третьем тысячелетии. Изложены принципы оперативного, динамического и телекоммуникационного картографирования, проанализированы изменения в теории картографии, ее структуре, показано значение геоинформационного картографирования для географии и других наук о Земле. Освещена проблема постановки геоинформационного образования.

Berlyant A.M.

Geoinformational mapping. M.: 1997. -64 p.

ISBN 5-7594-0041-X

ISBN 5-7594-0041-X

© А.М. Берлянт, 1997

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Определение геоинформационного картографирования

Геоинформационное картографирование (ГК) – это автоматизированное создание и использование карт на основе ГИС и баз картографических данных и знаний. Суть ГК составляет информационно-картографическое моделирование геосистем.

ГК, как и любой другой вид картографирования, может быть отраслевым и комплексным, аналитическим и синтетическим. В соответствии с классификациями, принятыми в картографии, выделяются виды (например, социально-экономическое ГК, экологическое ГК и др.), и типы картографирования (инвентаризационное, оценочное и т. п.). Можно подразделять ГК по пространственному охвату, масштабу, назначению, степени синтеза и иным основаниям.

Особенности

Среди характерных черт ГК, свидетельствующих о существенно новом уровне картографирования, наиболее важны следующие:

- высокая степень автоматизации, опора на базы цифровых картографических данных и базы географических (геологических, экологических и др.) знаний;
- системный подход к отображению и анализу геосистем;
- интерактивность картографирования, обеспечивающая тесное сочетание методов создания и использования карт;

- оперативность, приближающаяся к реальному времени, в том числе, с широким использованием данных дистанционного зондирования;
- многовариантность, допускающая разностороннюю оценку ситуаций и спектр альтернативных решений;
- многосредность (мультимедийность), позволяющая сочетать иконические, текстовые, звуковые отображения;
- применение новых графических изобразительных средств и дизайна;
- создание геоизображений новых видов и типов (электронных карт, 3-мерных компьютерных моделей и анимаций, иконокарт и др.);
- преимущественно проблемно-практическая ориентация картографирования, нацеленная на обеспечение принятия решений.

Истоки

Новое направление сформировалось не вдруг и не на пустом месте. ГК интегрирует в себе ряд научных направлений современной картографии, поднимая их на более высокий технологический уровень.

Прежде всего, его истоки прослеживаются в комплексном картографировании, ставившем во главу угла программно-координированное создание серий согласованных, сопоставимых и взаимно дополняющих серий карт и атласов природы, населения и хозяйства [23, 28]. Комплексное картографирование всегда представляло метод многостороннего познания действительности картографическими средствами.

Развитие идей и методик комплексного подхода повело далее к формированию синтетического картографирования, которое выдвинуло на первый план целостное отображение геосистем путем интеграции параметров, свойств и отношений слагающих их компонентов (элементов). Особую ветвь составило оценочно-прогнозное картографирование, задача которого – целенаправленная интегральная оценка геосистем или их компонентов и предвидение их дальнейшего развития во времени и пространстве с точки зрения решения каких-либо конкретных практических задач. В этом направлении впервые была отчетливо обозначена роль карт, как средства обеспечения принятия решений. Возник

даже особый вид карт – рекомендательные, содержание которых составляет размещение предлагаемых мер по реализации принимаемых решений (например, карты рекомендаций для оптимального освоения природных ресурсов, карты мелиораций территории и т. п.).

Следующий шаг – развитие системного картографирования, при котором внимание сосредотачивается на целостном отображении геосистем и их элементов (подгеосистем), иерархии, взаимосвязей, динамики, функционирования. Системный подход проявился, с одной стороны, в новых методах картографического моделирования геосистем, а с другой – в системной организации самого процесса картографирования [29].

Разумеется, синтетическое и системное картографирование потребовали основательного развития математических методов и автоматизированных технологий, а отсюда был уже один шаг до создания автоматических картографических систем (АКС) и ГИС.

Таким образом, есть все основания считать, что ***ГК возникло и развивается как прямое продолжение комплексного, синтетического и далее – системного картографирования в новой геоинформационной среде.***

Положение в системе картографических дисциплин

ГК сформировалось как узловая дисциплина на пересечении автоматизированной картографии и ГИС, системного картографирования и аэрокосмических методов в широком понимании, включая дистанционное зондирование, дешифрирование и цифровую фотограмметрию. Как это часто бывает, импульсом для возникновения и формирования ГК, как узловой дисциплины послужило внедрение новой быстро прогрессирующей ГИС-технологии.

К этому “узлу” протягиваются нити от космического картографирования и цифровой картографии, картографического метода исследования и математико-картографического моделирования, компьютерного дизайна, систем спутникового позиционирования и др. ГК тесно связано с такими традиционными разделами картографии, как проектирование и редактирование карт, издание карт – словом, в этой сфере основательно “завязаны” многие разделы картографии. Она аккумулирует достижения теории, методики и производственной практики и, в свою очередь, оказывает заметное воздействие на концепции, методический аппарат и технологии. ***На современном этапе ГК все увереннее***

становится магистральным направлением развития картографической науки и производства.

Пространственные уровни картографирования

Можно выделить следующие пространственные уровни и наиболее подходящие для них диапазоны масштабов ГК:

Глобальный уровень – 1: 10 000 000 – 1:45 000 000

Всероссийский уровень (включая прибрежные акватории и приграничные районы) – 1:2 500 000 – 1: 20 000 000

Региональный уровень – крупные природные и экономические регионы, субъекты Российской Федерации – 1:500 000 – 1: 4 000 000

Локальный уровень – области, районы, национальные парки, ареалы кризисных ситуаций и т.п. – 1:50 000 – 1:1 000 000

Муниципальный уровень – города, городские районы, пригородные зоны – 1:100 000 и крупнее.

Компонентные уровни

ГК охватывает все земные оболочки. Различают следующие компонентные (геосферные) уровни ГК:

Литосфера – рельеф и недра, геофизические поля;

Атмосфера – воздух, климат, погода;

Гидросфера – воды суши (в т.ч. искусственные водоемы), **океаносфера**;

Биосфера – растительный покров, животный мир;

Педосфера – почвы, геохимические поля;

Социосфера – население, социальные условия, политика, медико-географическая обстановка, наука, культура, образование;

Техносфера – хозяйство, транспорт и связь, энергетика, финансы, сфера обслуживания;

Природно-социально-техногенная гиперсфера – взаимодействие природы и общества, экология, кризисные ситуации, факторы риска.

Направления практического применения

Исчерпывающий перечень всех областей и сфер применения ГК вряд ли возможен. В этом случае в особенности справедливы слова о том, что картографированию доступно все: "от геологии до идеологии". Геоинформация, представленная в картографической форме, стала в наши дни ценным товаром и важным общественным ресурсом, владение которым во многом оптимизирует условия жизни и деятельности людей, их взаимоотношения с окружающей средой, проведение той или иной политики.

Можно назвать ряд актуальных направлений обеспечения практической деятельности на основе ГК [7]:

- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- территориальное и отраслевое планирование и управление промышленностью, сельским хозяйством, транспортом, энергетикой, финансами и другими отраслями хозяйства;
- развитие средств связи и сетей телекоммуникации;
- ведение комплексного и отраслевого кадастра;
- мониторинг экологического состояния и природного риска, оценка техногенных воздействий на среду и их последствий, обеспечение экологической безопасности и устойчивого развития территорий, экологическая экспертиза;
- контроль условий жизни и занятости населения, здравоохранение и рекреация, социальное обслуживание и др.;
- деятельность органов законодательной и исполнительной государственной власти, политических партий, средств массовой информации;
- работа правоохранительных органов, силовых структур, оборона страны;
- развитие образования и культуры;
- научные исследования и прогнозирование.

Рассмотрение уровней и сфер применения ГК показывает, что оно охватывает все аспекты жизни природы и общества и их взаимодействия. Опыт последнего времени изобилует

печальными свидетельствами того, что неполный учет геоинформации, в том числе, и недостаточность картографического обеспечения, приводят к экономическим потерям, кризисным экологическим ситуациям, неэффективному планированию, просчетам в области национальной политики.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Важность географического обоснования

На фоне повсеместно наблюдаемого стремительного прогресса программно-аппаратного и информационного обеспечения ГК становится заметнее отставание его содержательного географического обоснования.

Невольно или намеренно разработчики ГИС упускают из вида, что имеют дело с системами не просто *информационными*, но еще и *географическими*, и это не только обозначение *пространственности* или *территориальности* в узком смысле слова, а свидетельство *комплексности* и *геосистемности* ГИС-технологий.

Развитие ГИС и ГК дает географии и родственным ей наукам о Земле и обществе уникальный и может быть единственный за всю их историю шанс действительно стать основой передовой научной технологии, базой для развития геоинформационной (*географической информационной*) индустрии. В результате география могла бы оказаться одним из стержневых направлений, базой информатизации общества на всех уровнях: от органов государственного управления до малых научно-исследовательских лабораторий [4, 9, 30].

Было бы непростительно упустить такой шанс. Для этого ***необходимо сосредоточить усилия географов не столько на аппаратно-программном, сколько именно на географическом обеспечении ГИС-технологий и ГК.*** Кроме географов эту работу не сделает никто и ее нельзя откладывать "на потом"

Отечественная географо-картографическая школа располагает бесценным опытом создания капитальных географических атласов – своеобразных геоинформационных систем докомпьютерной эпохи [20, 23, 28 и мн. др.]. На этот опыт необходимо опе-

реться при разработке проблем ГК. И здесь существуют две надежные точки опоры:

1. опыт комплексных географических исследований;
2. опыт системного тематического картографирования.

Опыт комплексных географических исследований

Содержание комплексных географических исследований составляет всестороннее изучение генезиса, современного состояния и тенденций развития геосистем. В разных отраслях географии накоплен обширный арсенал методов изучения конкретных объектов и процессов. Большая часть из них применима и для ГИС-технологий.

Кратко охарактеризуем наиболее актуальные из них.

Методы географического моделирования геосистем и их компонентов включают моделирование структуры, динамики, взаимосвязей, функционирования геосистем в пространстве и времени. Моделирование неотрывно от **методов районирования** (дифференциации, интеграции, зонирования и ареализации [1]), классифицирования, структурного и типологического анализа, а также от приемов выявления типовых коррелятивных взаимосвязей, ведущих факторов размещения и развития объектов и процессов. Многие из географических методов моделирования и районирования нашли продолжение и развитие в ГИС-технологиях оверлея, тренд-анализе, пространственном корреляционном анализе, кластеризации и др.

Принципы географической интерполяции и экстраполяции позволяют продолжать выявленные закономерности (связи, тенденции развития и др.) в будущее время, на неизвестную территорию, на неизученный объект, что особенно важно для географического прогноза и мониторинга;

Приемы ключевых исследований позволяют значительно сокращать объемы работы, проводя детальное изучение лишь в пределах эталонных участков. Ключевые исследования по сути обеспечивают выполнение контролируемых автоматических классификаций (кластеризаций) и распознавание объектов. При этом их точность находится в непосредственной зависимости от географической репрезентативности выбранных ключей (эталонов). Особо стоит вопрос о географически обоснованном выборе размеров ключей для географически однородных территорий.

Принципы комплексирования и оптимизации набора источников информации – карт, снимков, полевых наблюдений, статистических данных и др. и приемов их анализа – это одно из достижений методики географических исследований. К сожалению, компьютерные технологии ослабили внимание к проблеме установления *рационального комплекса методов и моделей*. Нередко ставится задача ввода в ГИС всей доступной информации, “максимально полного” использования всех имеющихся в распоряжении источников, невзирая на их избыточность, взаимозависимость или даже противоречивость. Повышение надежности ГИС и ГК требует разработки географически достоверных критериев рационального, т.е. *целесообразно ограниченного* комплекса данных и набора методов.

Методы географической индикации

Методы индикации, давно и широко применяемые в комплексных географических исследованиях, имеют особое значение для ГК и ГИС-технологий. Индикация позволяет по совокупности характерных внешних признаков судить о явлениях, скрытых от непосредственного наблюдения. Ландшафтно-индикационные методы эффективны при картографировании почв и ландшафтов [26], выявлении ареалов заболеваний и поиске полезных ископаемых, обнаружении радиоактивного загрязнения и зон тектонических разломов, оценке качества грунтовых вод и изменений климата.

Индикационная составляющая особенно велика при дешифрировании аэрокосмических снимков [12, 13], можно даже сказать сильнее – всякое дешифрирование и распознавание включает элементы индикационного анализа графических образов, рисунков, конфигураций.

Наиболее значимые индикационные признаки — рисунок изображения, его морфологический облик, структурно-текстурные особенности и топологические характеристики. По сути дела, речь идет о принятии решений относительно наличия и свойств какого-либо объекта по набору косвенных признаков, представленных на картах и снимках — задача типичная для ГИС-технологий. Индикационные признаки обычно носят качественный характер, однако, для ГК актуальна разработка количественных вероятностных индикаторов, что повысит надежность индикации.

Индикационные подходы тесно связаны с ключевым анализом, методами интерполяции и экстраполяции, с районировани-

ем. Они позволяют увязать структурно-морфологические и генетические аспекты картографирования. Поэтому следует ожидать, что географическая индикация окажется исключительно полезной, прежде всего, для формирования баз знаний, разработки правил и методик принятия решений и, следовательно, для географического обеспечения ГК в целом.

Опыт системного тематического картографирования

Сходства и аналогии между системными географическими произведениями (прежде всего, атласами) и ГИС прослеживаются по многим линиям. Те и другие имеют разный пространственный охват (от глобального до муниципального), тематику (геологические, экологические и т. п.), назначение (научно-справочные, учебные, навигационные и др.), они могут быть комплексными или узко отраслевыми, иначе говоря, проблемно ориентированными. Общая структура ГИС, отдельных блоков и слоев информации во многом повторяет структуру атласов и их разделов. Нередко ГИС имеют своим прототипом традиционные "бумажные" атласы, либо создаются, как продолжение и расширение электронных атласов.

Системная целостность атласов, их внутреннее единство обеспечиваются следующими условиями [23, 28]:

- целесообразный выбор и ограничение числа проекций, компоновок и масштабов (желательно, кратных друг другу);
- общность географических основ и базовых карт;
- согласованность легенд, шкал и градаций;
- соблюдение, по возможности, единого уровня генерализации, цензов и норм отбора;
- единство изобразительных средств и дизайна;
- взаимное согласование карт ;
- приуроченность содержания к определенной дате (согласование данных во времени).

При географо-картографическом обосновании ГИС на стадиях их проектирования и создания все эти условия остаются в силе, хотя имеют разное значение. Например, геометрическое согласование по проекциям и масштабу - достаточно

легко решаемая задача, тогда как увязка тематического содержания разных слоев в процессе электронного картосоставления - узловая и наиболее сложная проблема. От нее зависят надежность ГИС и достоверность принимаемых решений.

Географическое согласование слоев в ГИС предусматривает взаимную увязку отдельных элементов географической основы, основы и тематического содержания, однородных элементов тематического содержания друг с другом, тематических слоев между собой и т.д.

Согласование предполагает учет комплекса закономерностей (зональных, гипсометрических, структурно-литологических, ландшафтных, почвенно-геохимических и иных), **увязку тематического содержания вдоль границ** разного типа ("контактных", "барьерных", "переходных" и др.), **по структурным линиям и природным рубежам**. Все это требует основательного освоения богатейшего опыта "докомпьютерной" географической картографии [20, 23 и др.].

Необходимо подчеркнуть, что требование взаимного согласования ни в коей мере не означает необходимости добиваться *полного совпадения* контуров на разных тематических слоях ГИС. Опыт использования "сетки природных контуров", применявшейся при составлении некоторых комплексных атласов, показывает, что такой подход ведет к искусственной увязке элементов содержания, к *пересогласованию* тематических карт. Реальные взаимосвязи компонентов геосистем неоднозначны и, нередко, стохастичны. Они предполагают смещение одних элементов относительно других в пространстве и времени, включение и срезание одних контуров другими, даже разную дробность взаимосвязанных компонентов. Все это еще раз свидетельствует о ключевой роли географического анализа, который один только дает возможность отличить сложные природные закономерности от ошибок несогласованности слоев ГИС.

Выбор базовой карты

С проблемой согласования неразрывно связан и выбор географической основы и базовой карты, которые служат каркасом для географической привязки и координирования всех данных, поступающих в ГИС, взаимного совмещения информационных слоев и последующего анализа с применением оверлейных процедур. В зависимости от тематики и проблемной ориентации ГИС в качестве базовых могут быть избраны следующие основы:

- карты административно-территориального деления;
- топографические и общегеографические карты;
- кадастровые карты и планы;
- фотокарты, ортофотопланы и фотопортреты местности;
- ландшафтные карты;
- карты природного районирования и схемы природных контуров;
- карты использования земель.

Возможны и комбинации этих основ, например, ландшафтных карт с топографическими, где рельеф передан горизонталями, или фотокарт с картами использования земель и т.п.

В каждом конкретном случае выбор и дополнительная подготовка базовой карты (например, ее разгрузка или нанесение дополнительной информации) составляют центральную задачу этапа предпроектного географо-картографического обоснования ГИС и ГК. [2]. В настоящее время проработки такого рода единичны.

ОПЕРАТИВНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Определение

Оперативное ГК означает создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени с целью быстрого (своевременного) информирования пользователей и воздействия на ход процесса. [4, 9] При этом реальный масштаб времени понимается как характеристика скорости создания-использования карт, т. е. темпа, обеспечивающего немедленную обработку поступающей информации, ее картографическую визуализацию для оценки, мониторинга, управления, контроля каких-либо процессов и явлений, изменяющихся в том же темпе.

На нынешнем этапе оперативность изготовления картографических произведений и доставки их потребителям становится важным, а может быть, главным условием прогресса картографии.

Оперативные карты

Оперативные карты предназначаются для решения широкого спектра задач, прежде всего, для инвентаризации объектов, предупреждения (сигнализации) о неблагоприятных или опасных процессах, слежения за их развитием, составления рекомендаций и прогнозов, выбора вариантов контроля, стабилизации или изменения хода процесса в самых разных сферах от экологических ситуаций до политических событий. Следует различать оперативные карты двух типов: одни рассчитаны на долговременное последующее использование и анализ (например, карты итогов голосования избирателей), а другие - на кратковременное

применение для незамедлительной оценки какой-либо ситуации (например, карты стадий созревания посевов).

Исходными данными для оперативного ГК служат материалы аэрокосмической съемки, непосредственные наблюдения и замеры, статистические данные, результаты опросов, переписей, референдумов, кадастровая информация. А эффективность оперативного картографирования определяются тремя факторами [9]:

- надежностью автоматической системы, которая, в свою очередь, зависит от скорости ввода и обработки данных, организации баз данных и системы доступа к ним, быстродействия вычислительных и периферийных устройств;
- хорошей читаемостью и воспринимаемостью самих оперативных карт, простотой их внешнего оформления, адекватным подбором знаков и шкал, обеспечивающими эффективное зрительное восприятие в условиях оперативного анализа ситуаций;
- оперативностью распространения карт и доставки их потребителям, в т. ч., с использованием для этого телекоммуникационных сетей.

Динамическое ГК

В традиционной картографии известно известны три основных способа отображения динамики явлений и процессов, их возникновения, развития, изменений во времени и перемещения в пространстве [4, 22]:

- показ динамики на одной карте с помощью стрелок или лент движения, “нарастающих” знаков и диаграмм, расширяющихся ареалов, изолиний скоростей изменения явлений и т.п.;
- показ динамики с помощью серий разновременных карт, снимков, фотокарт, блок-диаграмм и др., фиксирующих состояния объектов в разные моменты (периоды) времени;
- составление карт изменения состояний явления, когда показывается не сама динамика, а лишь результаты происшедших изменений (ареалы изменений);

Резко возросший в последние годы интерес к картографированию динамики вызван необходимостью познания не только

структуры явлений, но и существа процессов, происходящих в земной коре, атмосфере, гидросфере и биосфере и, что еще более важно, в зонах их контакта и взаимодействия. Динамическое картографирование, кроме того, является наиболее эффективным средством визуализации результатов мониторинга.

Анимации

ГК существенно расширило возможности отображения динамики геосистем, введя в научную практику особые динамические последовательности карт (кадров, сцен) - картографические анимации, создающие при демонстрации эффект движения (мультипликации).

Существуют разные методики создания анимационных изображений [4, 10, 11, 32, 35, 37 и др.]:

1.формирование серии движущихся изображений на дисплее на основе баз данных ГИС при непосредственном участии картографа;

2.запись картографического изображения с компьютера на видеокассету;

3.применение специальных анимационных программ, когда отдельные карты-кадры, хранящиеся на носителях, вызываются оператором для формирования движущихся последовательностей в избранном временном масштабе.

Конечно, наилучшие возможности для динамического ГК предоставляют современные анимационные компьютерные программы, которые содержат наборы модулей, обеспечивающих самые разные варианты и комбинации анимаций:

- перемещение картографического изображения по экрану;
- мультипликационные последовательности карт-кадров или 3-мерных изображений;
- изменение скорости демонстрации, покадровый просмотр, возврат к избранному кадру, обратная последовательность;
- перемещение отдельных элементов содержания (объектов, знаков) по карте;
- показ изменений отдельных элементов содержания (объектов, знаков), их размеров, ориентации, мигание знаков, топологические преобразования и др.;

- варьирование окраски (пульсация и дефилирование), изменение интенсивности, создание эффекта вибрации цвета;
- изменение освещенности или фона, “подсвечивание” и “затенение” отдельных участков карты;
- панорамирование, изменение проекции и перспективы (точки обзора, ракурса, наклона), вращение 3-мерных изображений;
- масштабирование (зуммирование) изображения или его части, использование эффекта “наплыва” или удаления объекта;
- создание эффекта движения над картой (“облет” территории), в том числе, с разной скоростью.

Временной масштаб

Прогресс ГК и активное внедрение средств мультимедиа дают основания полагать, что в скором времени картографические анимации станут не менее привычными средствами исследования, чем аэрокосмические снимки и электронные карты.

Известно, что анимации, можно демонстрировать с нормальной, ускоренной или замедленной скоростью. Отсюда возникают совершенно новые для ГК и пока еще непривычные проблемы временной генерализации, выбора новых изобразительных средств, разработки принципов восприятия зрителями кинематографических геоизображений и т.п.

Динамические геоизображения добавляют традиционным статичным картам столь необходимый исследователям временной аспект. В связи с этим представляется оправданным введение понятия **масштаба времени** или, лучше сказать, **временного масштаба**. Тогда можно будет говорить о медленно-, средне- и быстромасштабных изображениях, приняв, например, следующие соотношения:

- 1:86 000 — одна секунда демонстрации анимационной карты соответствует (округленно) 1 суткам;
- 1:600 000 — в одной секунде - одна неделя;
- 1:2 500 000 — в одной секунде - один месяц;
- 1:31 500 000 — в одной секунде - один год.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Геоинформационное пространство

Телекоммуникационные сети быстро развиваются во всем мире. Наиболее разветвленной и мощной из них является Интернет (INTERNET) – самая обширная планетарная сеть – “информационную супермагистраль”, которая по сегодняшним оценкам объединяет уже свыше 50 млн. пользователей во многих странах мира и удваивает число абонентов каждые 10 месяцев [34]. С ее помощью реализуются услуги электронной почты, проводятся телеконференции, обеспечивается доступ к удаленным базам данных, различным научным документам, в том числе, ко всевозможным геоизображениям, электронным каталогам и библиотекам.

Среди других широко распространенных в мире сетей выделяются SPRINTNET, используемая, главным образом, коммерческими и деловыми абонентами, Binet/EARN, объединяющая некоторые научно-исследовательские организации в разных странах мира, Unix/UUCP – сеть соединяющая компьютеры UNIX. Фрагментом Интернет в России является сеть Релком, основная услуга которой связана с электронной почтой. Ее абонентами состоят свыше 3 тыс. организаций и около 10 тыс. клиентов [27], причем четверть из них приходится на научные организации и учебные заведения. Их число продолжает возрастать.

К важнейшим российским проектам информатизации образования относится создание федеральной университетской сети RUNET, основанной на спутниковой связи и охватывающей всю страну. Она также имеет выход в Интернет через опто-волоконный кабель и скандинавские сети FUNET/NORDUNET.

Глобальные сети интегрируют множество локальных сетей, в которых компьютеры соединены непосредственно с помощью кабелей. Они могут быть размещены даже в пределах одного здания или, скажем, на территории университетского городка (например, сеть Радио-МГУ), причем довольно трудно указать уровень, когда локальная сеть интегрируется в глобальную, становясь ее сегментом.

Выход на качественно иной научно-технический уровень функционирования информации, включение в сети все новых и новых информационных ресурсов, средств обработки и представления (в том числе, графического отображения) информации, позволяет говорить о формировании **информационного гиперпространства**. Обширную его подобласть составляет **геоинформационное пространство, то есть среда, в которой функционируют цифровая геоинформация и геоизображения разных видов и назначения**.

Поиск геоинформации в сетях

Огромность информации, содержащейся в глобальных гиперсетях, скорее затрудняет пользователю (клиенту) отыскание необходимых данных, чем облегчает этот процесс. Решение сложнейших проблем поиска информации потребовало разработки специальных программ, помогающих ориентироваться в информационных пространствах и ресурсах сетей с помощью особых сервисов: WWW, Gopher, Veronica, WAIS, Archie и др.

С точки зрения обмена результатами ГК наиболее интересна самая распространенная информационная гипертекстовая система WWW или 3W – World Wide Web, что можно перевести по смыслу как “всемирная паутина”. Гипертекстовая система WWW имеет удобный интерфейс, работа с ней похожа на работу с энциклопедией [34], на “страницах” которой размещены текст, формулы, рисунки, карты и снимки, а также ссылки на другие документы, где содержатся дополнительные сведения по рассматриваемому вопросу.

В телекоммуникационных сетях размещаются и сведения о геоизображениях: данные о цифровой картографической продукции, о фондах аэрокосмических снимков, демонстрационные версии ГИС-продуктов, всевозможные базы цифровой тематической геоинформации. Территориальное, мас-

штабное и тематическое разнообразие подобных фондов, уже обращающихся в телекоммуникационных сетях, потребовало создания специальных средств ориентирования в поистине неисчерпаемых ресурсах геоинформации и фондах геоизображений (часто говорят о “навигации” по лабиринтам компьютерных сетей).

Система WWW обеспечивает доступ и к графической информации, в том числе, к геоизображениям. В Геологической съемке США создана специальная система GLIS (Global Land Information System), которая содержит сведения о массивах картографических и аэрокосмических данных, о покрытии тех или иных территорий этими геоизображениями и об их качестве. Другая система ORES (Online resources for Earth Scientist) включает информацию о картографическом программном обеспечении, цифровых картах и снимках, базах данных, каталогах и т.п. Поиск геоизображений в сетях можно осуществлять также по ключевым словам с помощью системы Gopher и его сервиса Veronica. Демонстрацию оперативных карт и текущих новостей на картографической основе обеспечивает картографическая система De-Lorm mapping, работающая с CD-ROM [34, 41 и др.].

Геоизображения в компьютерных сетях

Одно из направлений развития ГК заключается во внедрении геоизображений в компьютерные сети. Ставится вопрос об **Интернет-картографировании** и **WWW-картографировании** [36, 39]. Картографы и пользователи геоинформации, работающие в науках о Земле и смежных с ними отраслях науки и практики, уже совсем необязательно имеют дело с печатными картами и другими геоизображениями.

Можно говорить о новой ветви ГК – **телекоммуникационном картографировании (ТК)**, т. е. о **составлении, распространении и использовании карт и других геоизображений в компьютерных сетях дистанционной связи**. Суть ТК составляет интеграция ГИС-технологий и баз цифровой геоинформации с системами телекоммуникации. Таким образом, результаты ГК могут никогда не воспроизводиться в печатной форме, а лишь фиксироваться на компакт-дисках, передаваться по сетям и появляться на экранах терминалов на рабочем месте исследователя.

Можно сказать, что создатели и потребители геоизображений, пользующиеся компьютерными сетями в пределах своего научного сообщества, постепенно перестают обмениваться геоизображениями, представленными в виде полиграфических оттисков или снимков на бумаге – обычными для них становятся **интерактивные геоизображения**, составные, воспринимаемые и анализируемые в диалоговом режиме.

Важное направление применения ТК – оперативное составление (по данным дистанционного зондирования) и передача электронных карт по сетям с оперативностью, обеспечивающей мониторинг быстротекущих процессов, раннее предупреждение об опасных явлениях, прогнозирование факторов риска (например, засух, атмосферных вихрей, лесных пожаров и т. п.) и принятие управленческих решений.

Российским гражданам хорошо известна практика передачи по компьютерным сетям оперативных электоральных карт в период подведения итогов выборов. В сетях могут также находиться тематические карты, характеризующие состояние природных и трудовых ресурсов, экологические ситуации, метеорологическую обстановку.

Применение CD-ROM обеспечивает не только анализ больших объемов геоинформации, но, что не менее важно – компактное архивирование карт и снимков. В Интернет возможно помещать региональные и национальные атласы, а также учебные картографические произведения, программы и другие материалы. В российском проекте предметно-ориентированной телекоммуникационной сети для науки и образования RUNNET, пользователями которого станут университеты, крупнейшие библиотеки, научные центры, академгородки, в качестве одной из задач предусмотрено и развитие технологий передачи геоизображений.

Передача геоизображений в системе телевидения

В настоящее время ведутся активные разработки средств доставки геоизображений на персональные компьютеры непосредственно к рабочему месту исследователя. Для этого компьютеры должны быть снабжены специальной специальной платой декодера и подключены к внешней параболической антенне.

Существенным недостатком этого способа является односторонненность коммуникации. Для запроса нужного геоизображения и осуществления обратной связи придется пользоваться телефоном.

Распространение кабельного телевидения позволяет иметь двустороннюю связь и запрашивать нужное изображение с помощью кабельного модема, состыкованного с компьютером. Правда, использование кабельного телевидения сопряжено с неизбежной ограниченностью пространственного охвата коммуникации.

Сети телекоммуникации, как объект картографирования

ТК имеет и еще один аспект – а именно, **картографирование самих сетей телекоммуникации**, [6] их структуры и инфраструктуры компьютерных сетей, перемещения потоков информации, взаимодействия одних сетей с другими.

С точки зрения тематической картографии речь идет о новом направлении, лежащем на пересечении таких отраслей, как картографирование средств связи, сферы услуг, науки и культуры, и даже, в определенной мере – международного сотрудничества и разделения труда.

Как объект картографирования, телекоммуникационные сети состоят из звеньев и цепей передачи данных, оконечных устройств (терминалов), узлов связи разных уровней, серверов и коммутирующих устройств, управляющих взаимным соединением оконечных устройств. Потоки информации в сетях распространяются по телефонным линиям, коаксиальным и опто-волоконным кабелям, либо с помощью радиорелейной и спутниковой связи. От этого в сильной степени зависят скорость передачи информации и пропускная способность каналов. Из кабельных сетей максимальные скорости передачи обеспечивает опто-волоконный кабель (от 1 до 10 Гбит/с на расстояния 1 км), это самая помехозащищенная, но и самая дорогостоящая среда [21]. Радиорелейные сети позволяют достичь скорости пропускания от 2 до 34 Мбит/с, но для передачи сигналов на расстояния больше, чем 60–80 км, необходимо устанавливать промежуточные ретрансляторы. Широко применяются и спутниковые системы связи, с помощью которых телекоммуникация выходит на глобальный уровень.

Общее свойство сетей с точки зрения структурирования пространства и картографирования состоит в их взаимной сопряженности. Иначе говоря, сети часто взаимосвязаны и даже “вложены” одна в другую, так что одна сеть становится средой для других сетей [44]. В географии можно найти сколько угодно таких примеров: например, гидросеть может рассматриваться как фрагмент транспортной сети, сеть городских улиц – как структура для сетей электрических и телефонных кабелей, водопровода канализации и других подземных коммуникаций, а туннели метрополитена – как среда для прокладки опто-волоконных линий связи и т. п. [6]. Эта особенность сетевых структур непременно должна учитываться при составлении и согласовании электронных карт сетей.

Хорошо известно, что существуют разные типы сетевых конфигураций, например, ветвящиеся (типа потоковых сетей), пересекающиеся (дорожные сети), ячеистые (сеть административных границ), изопотенциальные (сеть изолиний). При этом сети могут быть регулярными, то есть геометрически правильными, и нерегулярными, связанными друг с другом и автономными, они могут, кроме того, иметь различные топологические уровни. Все эти и многие иные особенности, весьма существенные для картографирования сетевых структур, понимания законов их эволюции и управления ими составляют предмет *топоморфологии* и *топоморфометрии сетей* [31], которые до сего времени имели дело, главным образом, с речными и дорожными сетями, но в дальнейшем могут быть с пользой применены для пространственного анализа и оптимизации сетей телекоммуникационных.

Картографирование информационного пространства

Создание и географический анализ серий карт телекоммуникационных сетей (или иначе сказать, *картографирование информационного пространства*) способствует решению ряда важных задач, среди которых отметим следующие:

- инвентаризация линий (каналов), центров связи и сетевой инфраструктуры в целом;

- анализ взаимодействия сетей со средой, в которой они функционируют, включая центры накопления геоинформации, базы цифровых данных, базы знаний и другие сети;
- изучение географических закономерностей и региональных различий в плотности сетей, в обеспеченности коллективных и индивидуальных пользователей телекоммуникационной связью;
- оценка пропускной способности, доступности, скорости передачи информации, других технических характеристик и экономических показателей и, в конечном счете – эффективности работы сетей;
- прогнозирование и планирование территориального развития, оптимизация размещения (конфигурации) сетей.

В настоящее время сделаны первые попытки создания карт телекоммуникационных сетей России для трех иерархических уровней: Россия, Москва, Московский университет [6]. Интересен опыт сопоставления этих карт с картами размещения ГИС-центров, отраслевых центров цифрового тематического и кадастрового картографирования, пунктами сбора данных дистанционного зондирования, с гидрометеорологическими сетями, станциями экологического мониторинга и другими сетями сбора пространственных данных. Устанавливается почти полное совпадение размещения региональных центров геоинформации, созданных Федеральной службой геодезии и картографии РФ, с крупнейшими абонентскими российскими центрами сетей телекоммуникации. Такой анализ послужит в перспективе одним из средств оптимизации функционирования геоинформации.

На сегодняшний день *главная цель развития ТК видится в том, чтобы расширить и сделать максимально оперативным использование геоинформации и баз цифровых данных, накопленных в разных странах, и одновременно включить российские геоинформационные ресурсы в мировой научный оборот.*

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КАРТОГРАФИИ

Конвергенция теоретических концепций

Карты, обращающиеся в ГИС, выполняют одновременно несколько функций. Они выступают как:

1. пространственные модели изучаемых геосистем;
2. документы для принятия решений;
3. средства оперативной передачи пространственно-временной информации.

Можно сказать, что ГИС и ГК как никогда прежде высветили единство модельно-познавательных и коммуникативных функций карты.

Начиная с середины 80-х гг. наметилась тенденция к конвергенции основных теоретических концепций — модельно-познавательной, коммуникативной и языковой — постепенно перерастающая в их интеграцию [3]. Ожесточенные теоретические споры прошлых лет привели к взаимному сближению позиций, а кроме того, отпали обвинения в теоретическом инакомыслии и утратили актуальность идеологические догмы, мешавшие теоретикам увидеть рациональное зерно в концепции оппонента.

Развитие ГИС сформировало, если можно так сказать, технический базис для сближения концепций. ГК опирается, с одной стороны, на базы цифровой информации, а с другой - на базы географических знаний (в данном случае, не столь важно, представлены они в формализованной форме или в неявном виде) и в этом также проявляется соединение информационной и познавательной составляющих ГК.

В теоретической картографии происходит становление новой геоинформационной концепции, основные положения которой сводятся к следующему [4]:

- картография — наука о системном информационно-картографическом моделировании и познании геосистем;
- карта — образно-знаковая геоинформационная модель действительности;
- основные направления теоретических исследований — разработка теории ГК, картографического моделирования, картографических знаковых систем, проблем распознавания образов;
- основные контакты картографии — с науками о Земле и обществе, информатикой, семиотикой.

Геоинформационная концепция интегрирует, с одной стороны, представления о карте, как модели, обладающей уникальными гносеологическими свойствами и богатым эвристическим потенциалом, а с другой — как о средстве накопления, преобразования и передачи информации. И сами картографические изображения предстают в ГИС как некие геоинформационные слои (или комбинации слоев), существующие в цифровой или образной графической формах, причем нередко в сочетании с другими геоизображениями.

Наблюдающаяся конвергенция не означает однако полного единения всех концепций, что повело бы к теоретической стагнации. Правильнее будет говорить о широком системном подходе к теоретическим построениям, о согласовании и обоюдном уточнении разных точек зрения, взаимном усвоении теоретико-методологических достижений.

Изменения структуры картографии как науки

Многие отрасли картографии испытывают в настоящее время заметную трансформацию, некоторые разделы практически отмирают, зато возникают новые ветви и направления. Если судить по публикациям, то можно видеть, как заметно поубавились исследования даже по таким центральным проблемам как проектирование, составление, редактирование, оформление и издание карт. Интересы картографов сместились в сторону геоинформационных технологий, географо-картографические аспекты уступили место разработкам методик и алгоритмов цифрового карто-

графирования [30]. Традиционно сложные вопросы генерализации рассматриваются теперь почти исключительно через призму возможностей ее автоматизации. Ежегодный прирост работ, связанных с ГИС и ГК, в общем объеме научных публикаций составляет более 40 %.

В условиях компьютеризации ***все меньше различий остается между сферами создания и использования карт*** — работа в интерактивном режиме постоянно сопряжена с моделированием, преобразованиями, формированием производных изображений, возвращением к исходным картам и т. п., так что неясно, где кончается создание карты и где начинается ее использование. А что касается такого раздела как картометрия, то она превратилась в "дело техники" в прямом смысле слова. В математической картографии также существенно упростились и поменялись подходы к изысканию новых проекций.

В то же время, возникли мощные новые направления, например, цифровое картографирование, создание картографических банков данных и др. Пошли в рост многие пограничные дисциплины. На стыке высшей геодезии, космонавтики, радиофизики и геоинформатики формируется новый раздел — глобальное спутниковое позиционирование, получившее прямые выходы в ГК. В узле пересечения интересов картографии, аэрокосмического зондирования и машинной графики возникает интегральная наука о геоизображениях — геоиконика. Подобные примеры можно умножить.

Еще более заметно развитие новых тематических отраслей картографии. Особенно сильный импульс дала геоэкология: картографирование загрязнений во всех средах, последствий неблагоприятных воздействий, кризисных ситуаций, оценка экологической устойчивости и многие др. Как никогда прежде усилилось внимание к картографированию глобальных проблем природы, общества и их взаимодействия — это обеспечено созданием международных глобальных баз данных и возможностью более широкого доступа к ним.

Таким образом, есть достаточно оснований считать, что ***внедрение геоинформационных технологий существенно меняет саму структуру картографии как науки.***

Государственный уровень ГК в России

Развитие цифрового и электронного картографирования — одна из самых главных задач Федеральной службы геодезии и

картографии России (Роскартографии) [18, 19]. Правительство Российской Федерации приняло ряд постановлений и нормативных актов, нацеленных на то, чтобы в сравнительно короткие сроки преодолеть отставание России в области цифровой картографии и геоинформатики и вывести ее на уровень передовых стран. Работа идет по многим линиям, охватывая комплекс организационных, технических, методических и правовых аспектов [7, 18]. Наиболее важными направлениями, имеющими непосредственное отношение к ГК, представляются:

- составление цифровых карт в масштабах 1:200 000, 1:1 000 000, 1:4 000 000 и 1:15 000 000 для всей территории России;
- развертывание работ по цифровым картам в масштабах 1:25 000 и 1:50 000 для территорий наиболее развитых в хозяйственном отношении, а также планов городов в масштабах 1: 500 — 1: 10 000.
- создание федерального научно-производственного центра геоинформации в Москве и региональных центров в Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске;
- формирование и ввод в эксплуатацию федерального и регионального банков цифровых и электронных карт;
- координация работ в по государственному цифровому территориальному кадастру, унификация стандартной топографо-геодезической основы, систем классификации, кодирования и представления информации;
- выполнение научных исследований и разработок, обеспечивающих методические, технические и технологические основы цифрового и электронного топографического, тематического и кадастрового картографирования;
- создание нормативной и правовой базы цифровой и электронной картографии и цифрового территориального кадастра;
- начало работ по проекту многотомного Национального Атласа России и его ГИС-версии;
- разработка и адаптация ГИС разного ранга и назначения: для органов государственного управления; государствен-

ных границ; региональных ГИС (“ГИС-Север”, “ГИС-Байкал”, “ГИС-Рязань”), кадастровых ГИС.

Можно сказать, что ГК становится основным направлением деятельности Роскартографии. Пожалуй, **никогда прежде государственная картографо-геодезическая служба страны не осуществляла столь широкомасштабной программы, обеспечивающей выход на принципиально новый научно-технический уровень и отвечающей самым актуальным потребностям общества.**

Организационная перестройка

Сегодня во всем мире картография теснейшим образом переплетена с геоинформатикой в организационном плане. На разработку ГИС ассигнуются значительные финансовые средства, в деле участвуют целые отрасли промышленности, создается новая разветвленная картографо-геоинформационная инфраструктура, сопряженная с телекоммуникационными сетями.

Во многих странах государственные картографо-геодезические службы рассматривают геоинформатику и ГК как приоритетное направление деятельности. Созданы международные, национальные и региональные центры геоинформации и картографии.

Все международные картографические организации образовали в своем составе комиссии или рабочие группы по геоинформатике, ГК, цифровой картографии и т. п. Все научно-технические картографические конференции международного и регионального уровней неизменно и в большом объеме включают в свои программы тематику, относящуюся к ГИС и ГК.

Географические и картографические журналы, другие периодические издания непременно содержат обширные разделы, касающиеся геоинформатики.

Кафедры картографии в университетах многих стран поменяли свои названия, добавив "... и геоинформатики". Образованы даже факультеты геоинформатики, в составе которых функционируют кафедры картографии, дистанционного зондирования, цифрового кадастра и др. **Таким образом, очевидно, что геоинформатика заметно повлияла и на организационную структуру картографии.**

Геоматика

Сравнительно недавно в зарубежной научной литературе (первоначально, в канадской франкоязычной) возникло новое понятие **геоматика** (*geomatique*), которое благодаря своей краткости и выразительности стремительно завоевало популярность в Канаде, Франции, других европейских странах и в Австралии. Уже созданы государственные службы по геоматике, научные институты и общественные организации, проводятся международные конференции и издаются солидные журналы, разработаны образовательные программы и т. п.

Появление геоматики как бы ознаменовало тесное соединение (еще одно проявление интеграционных тенденций!) геонаук, включая картографию, геодезию и фотограмметрию, с математикой и информатикой. Специальный опрос и обсуждение проблемы на страницах канадского “Федерального бюллетеня по геоматике” показал, что большинство специалистов трактуют ее как “сферу деятельности в науке и технике, имеющую дело с использованием информационных технологий и средств коммуникации для сбора, хранения, анализа, представления, распространения и управления пространственно-координированной информацией, обеспечивающей принятие решений” [46].

Отмечалось, что “геоматика — это дисциплина, занимающаяся управлением пространственно-координированными данными на основе интегрирования научно-технических подходов к ее сбору, хранению, обработке и распространению”. При этом геоматика — по мнению некоторых участников обсуждения — включает такие дисциплины как математика, физика, информатика, картография, геодезия, фотограмметрия и дистанционное зондирование. Как видим, в подобной трактовке геоматика предстает суперсистемой с очень широким диапазоном — от физики до геодезии.

ГК составляет самую сердцевину геоматики. Французский глоссарий по картографии трактует ее как “совокупность применений информатики для обработки географических данных, в частности, в картографии” [38, с.10].

О признании данного направления в России свидетельствует факт создания в структуре Роскартографии технического комитета по стандартизации в области “Географической информатики/геоматики” с подкомитетами “Цифровое картографирование” и “Геоинформационные системы”. Это определенное свидетельство

во структурных перестройках, связанных с геоинформатикой и ГК. И вполне вероятно, что в недалеком будущем взамен геоинформатики нам предстоит принять на вооружение закреплённый стандартами термин "геоматика". Во всяком случае, это говорит о том, что перестройка коснулась не только организационной структуры картографии, но даже ее понятийного аппарата.

НОВЫЕ ГЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Классы и виды геоизображений

Одно из главных проявлений ГК — введение в научный и практический оборот огромного числа геоизображений, разнообразных по свойствам и назначению. Под геоизображением понимается [4] любая пространственно-временная, масштабная и генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в образной графической форме.

Выделяются три класса геоизображений:

- плоские или двумерные
- объемные или трехмерные
- динамические трех- и четырехмерные

Классификации геоизображений могут быть построены по разным признакам: по технологии изготовления, способам визуализации, уровню генерализации, оперативности и др.

Статические		Динамические	
2-мерные	3-мерные		4-мерные
Плоские	Объемные	Плоские	Объемные
<i>Карты, снимки, планы, фотокарты, ЭВМ-карты, синтезированные изображения</i>	<i>Анаглифы, блок-диаграммы, рельефные модели, голограммы</i>	<i>Кинофильмы, мультфильмы, слайд-фильмы, ЭВМ-фильмы, многовременные снимки, метакронные блок-диаграммы, киноатласы</i>	<i>Стереofilьмы, стереомультпликациии, киноголограммы, динамические блок-диаграммы, динамические голограммы</i>

Выше приводится одна из классификаций по двум признакам: статичности-динамичности и размерности. Она, конечно же не является исчерпывающей, ввиду многообразия геоизображений.

Гипергеоизображения

Возможности компьютерного моделирования привели к появлению множества комбинированных геоизображений, сочетающих в себе разные свойства. Таковы, например, фотокарты, динамическое блок-диаграммы, дисплейные анаглифы и др. Комбинирование дает возможность сочетать полезные свойства моделей разных видов и взаимно компенсировать недостатки и ограничения одних моделей за счет других, повышая тем самым их информативность и расширяя сферу использования.

В последние годы появляется все больше геоизображений, синтезирующих свойства карт, снимков, трехмерных и динамических моделей. Их можно назвать *гипергеоизображениями*, имея в виду обобщение понятия обычного геоизображения на случай сложной многомерной и многопараметрической модели, обладающей комплексом геометрических, яркостных, динамических, стереоскопических свойств.

Примерами гипергеоизображений служат фото-блок-диаграммы, псевдофотоизображения, пейзажные карты, цветокодированные стереоскопические космофотокарты и др. Подобные модели хорошо иллюстрируют зыбкость граней между электронными картами, анимациями, трехмерными изображениями, цифровыми снимками. Одна из примечательных тенденций развития ГК состоит в конструировании моделей с разными свойствами в единой программно-управляемой графической среде.

Геоиконика

Представления о геоиконике, как синтетической отрасли знания, изучающей общие свойства геоизображений, методы их получения, преобразования и содержательной интерпретации [4], отражают взаимодействие и частичное перекрытие интересов картографии, аэрокосмического зондирования и машинной графики. С точки зрения развития ГК это означает более широкое привлечение достижений иконоки, теории распознавания и дешифрирования графических образов, оптики и психологии восприятия.

Единая теория геоизображений позволяет глубже изучить их модельные свойства, развить принципы оценки информативности, приблизиться к пониманию механизмов зрительного восприятия, созданию основ классификации и распознавания графических образов. Становится реальным формирование единых подходов к улучшению геоизображений, снятию помех и шумов,

фильтрации, повышению контраста, к оценке взаимной совместимости.

Использование электронных карт и других компьютерных изображений показало, что во многих практических приложениях их детальность и разрешение оказываются важнее масштаба и с этой точки зрения их свойства ближе к растровым снимкам, нежели к традиционным бумажным картам. Отчетливо проявилось сходство информационных качеств крупномасштабных карт с аэрофотоснимками, с одной стороны, и мелкомасштабных карт с космическим изображениями — с другой.

Наметились общие закономерности генерализации геоизображений и стало ясно, что кроме традиционной картографической генерализации существуют еще дистанционная, автоматическая (логико-математическая) и динамическая генерализации, каждая со своими технологиями, особенностями и эвристическими возможностями. На комбинированных и гипергеоизображениях могут одновременно проявляться разные виды обобщения, сглаживания, фильтрации. Становится ясно, что процесс генерализации реализуется не только в пространстве, но и во времени. Он касается геометрических форм, других качественных и количественных особенностей объектов, спектральных характеристик, динамических аспектов.

Разные виды генерализации характеризуются разной степенью управляемости, наиболее управляема “ручная” картографическая генерализация, а наименее — дистанционная. Изучение факторов и проявлений генерализации, понимание общих ее закономерностей может стать основой для разработки принципов **управления генерализацией**, т. е. разработки алгоритмов получения электронных геоизображений с заданным уровнем (степенью) обобщения.

Графические образы

В рамках единой теории геоизображений получают дополнительное развитие представления о графических образах. Использование карт, анализ экранных изображений, точно так же как дешифрирование снимков — это всегда распознавание графических образов, их измерение, оценка, сопоставление и т. п. Поэтому создание системы решающих правил для идентификации, классифицирования и интерпретации графических образов — одна из актуальных задач ГК.

Теоретически задача сводится к установлению соответствий между конкретными объектами и элементами признакового пространства, заданного в качественной (номинальной), метрической (абсолютной или относительной), вероятностной и топологической формах. Каждому конкретному объекту отвечает некоторая точка этого пространства. В практическом же плане, речь идет о чрезвычайно сложной задаче распознавания конфигураций, общее аналитическое решение которой в настоящее время не найдено. Распознавание опирается на интерактивные процедуры, соединяющие формализованные алгоритмические и экспертные эвристические подходы.

В перспективе распознавание графических образов на электронных картах (и вообще на геоизображениях) должно опираться на решение следующих подзадач :

- создание наборов (каталогов, банков), характерных и четко различимых эталонов графических образов природных и социально-экономических явлений;
- описание графических образов, т.е. формализация их структуры, составление систематического перечня признаков, отбор из них наиболее информативных;
- установление объективных мер сходства-различия графических образов с эталонами и между собой (включая картометрические, морфометрические, фотометрические, вероятностно-статистические показатели);
- систематизация эталонных графических образов разной тематики по их форме (конфигурации), сложности, упорядоченности и иным параметрам;
- разработка решающих правил и процедур автоматизированной (человеко-машинной) классификации графических образов.

В традиционной картографии накоплен определенный опыт изучения психофизиологических особенностей восприятия графических изображений. Исследования ведут на трех уровнях: 1) восприятие отдельных картографических образов; 2) восприятие всего картографического изображения; 3) сравнение и сопоставление образов на разных картах. При этом каждый уровень восприятия входит составной частью в более высокий.

В ходе многочисленных экспериментов показано, что картографические образы, их форма, цвет, размеры и другие элементы воспринимаются читателем в динамике, взаимодействии, взаимном наложении. Это особенно важно иметь в виду, приступая к изучению особенностей восприятия экранных геоизображений. Вообще же это очень сложная задача и в настоящее время делаются лишь первые шаги к ее разрешению.

О перспективах

Становление нового научного направления, интегрирующего достижения картографии, аэрокосмического зондирования и компьютерной графики является прямым следствием внедрения ГК и геоинформационных технологий. В методологическом же плане оно опирается прежде всего на достижения картографии, как науки, наиболее продвинутой в осмыслении приемов и способов графического отображения пространственно-временных геосистем.

Диалектика развития такова, что геоиконика, как единая теория геоизображений, видимо станет в будущем частью расширенной и обновленной системы картографических дисциплин.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Состояние геоинформационного образования в России.

Подготовка специалистов высшей квалификации в области цифровой картографии и геоинформатики ведется на 3 уровнях: бакалавра, дипломированного специалиста и магистра. Преподавание ведется в 7 российских университетах (Московском, Санкт-Петербургском, Иркутском, Мордовском, Удмуртском, Тверском, Саратовском), а также в Московском университете геодезии и картографии (МИИГАиК). Немало делается для начальной постановки автоматизированного тематического картографирования и в других российских университетах: Алтайском, Воронежском, Казанском, Пермском, Дальневосточном.

Специальное анкетирование, проведенное в 1996 г. среди преподавателей нескольких университетов и технических вузов России, показало существенный разноразброс в постановке геоинформационного образования [5].

Почти в четверти вузов геоинформатику преподают в составе общеобразовательных учебных дисциплин, а треть – имеют специализацию по геоинформатике. Лишь в половине опрошенных вузов опыт преподавания составляет от 1 до 5 лет и только в Московском государственном университете обучение геоинформатике ведется дольше 5 лет. Остальные вузы совсем недавно приступили к постановке ГИС-образования, либо вообще не имеют в этом деле никакого опыта. При этом лишь немногим более половины вузов ответили, что им известен круг заказчиков, остальным еще предстоит его изучить.

Различия в целях обучения, объеме и содержании курсов объясняются не только региональной спецификой, но и очевидным отсутствием общих методических подходов. **Единые обзорные курсы** читаются примерно в 1/3 вузов в объеме от 34 до 100 учебных часов. Более половины вузов создали **циклы учебных дисциплин или комплексные курсы**, на которые отводится от 108 до 720 часов. Структура этих курсов показана в приведенной ниже таблице 1.

1. Структура учебных курсов по геоинформатике

Название учебной дисциплины (раздела)	Встречаемость (в проц.)
<i>Введение в ГИС</i>	14,5
<i>Теория и методология</i>	12,0
<i>Компьютерная графика</i>	11,0
<i>Картография</i>	9,5
<i>Базы данных</i>	12,0
<i>Базы знаний</i>	5,0
<i>Обработка изображений</i>	7,0
<i>Проектирование ГИС</i>	7,0
<i>Технические средства ГИС</i>	11,0
<i>Программные средства</i>	5,0
<i>Другие</i>	6,0

Анализ результатов анкетирования свидетельствует о том, что в 70 % случаев лекционные курсы сопровождаются лабораторными занятиями, а в 59 % – практикумами, и только в 40 % вузов ставят и то и другое. Что касается преподавательского состава, то анкеты дают следующие сведения: профессора читают лекции примерно в 1/3 вузов, а типичный штат преподавателей – 1 профессор, 2-3 доцента, 3 ассистента и лаборанта, 3 научных сотрудника.

Крайне разнородна обеспеченность обучения учебно-методическими пособиями, программными средствами и компьютерным оборудованием. Специальные учебные пособия по геоинформатике имеют не более трети вузов, основная же часть использует монографическую литературу (более 80 %), зарубежные переводные пособия (50 %) и другие источники, например, Стандарты Роскомнедр, периодические издания по геоинформатике, руководства к тем или иным программным пакетам и др. Некоторые вузы комплексно используют все эти источники информации.

В отличие от учебной литературы, аппаратное обеспечение геоинформационного образования в целом удовлетворительно. Более 80 % вузов располагают специально оборудованными компьютерными классами, обычно оснащенными персональными компьютерами PC-386 и PC-486 в количестве от 3 до 30 штук, в некоторых случаях имеются мощные Pentium и рабочие станции SUN. Кроме того, треть вузов практикует доступ студентов в центральные вычислительные центры, а плюс к этому, на кафедрах и в лабораториях есть и другая компьютерная техника, используемая в учебном процессе: ЭВМ, рабочие станции, струйно-

печатающие устройства, цифрователи и сканеры, графопостроители большого формата и др. Нельзя, однако, не обратить внимания на то, что заметно хуже других оснащены крупные российские университеты – Московский, Санкт-Петербургский, Казанский, Саратовский.

Почти 70 % вузов пользуются зарубежным коммерческим программным обеспечением, чаще всего это ARC/INFO, MAPINFO, а также отечественный GeoGraph, более половины вузов имеют ГИС-вьюеры (почти исключительно ARCView). Около 10-20 % – располагают другим программным обеспечением, в том числе справочными картографическими ГИС, векторизаторами, пакетами обработки данных дистанционного зондирования, специализированными средствами моделирования типа SURFER, MAG и т. п. Примерно 1/4 вузов использует собственные программные разработки.

В приводимой ниже таблице показано соотношение направлений образования и научных исследований в вузах. Спектр интересов весьма широк и охватывает изучение природы, населения и расселения, хозяйства и строительства, сферы экономики и бизнеса, оценки экологических ситуаций. Ранжирование дано по 10-балльной шкале, причем высший рейтинг соответствует 65 % встречаемости данного направления в вузовской практике, а низший – 4 %.

2. Направления образования и научных исследований

Рейтинг	Направления
1	<i>Экология</i>
2	<i>География, региональное управление, землепользование</i>
3	<i>Дистанционное зондирование, картография</i>
4	<i>Геодезия, экономика, образование, полезные ископаемые</i>
5	<i>Градостроительство, архитектура</i>
6	<i>Демография, биология, статистика, телекоммуникация, специализированное программное обеспечение</i>
7	<i>История, культура, консалтинг ГИС, коммунальное хозяйство</i>
8	<i>Социальные науки, метеорология, здравоохранение, чрезвычайные ситуации, средства связи, бизнес</i>
9	<i>Городской кадастр, специализированное аппаратное обеспечение ГИС</i>
10	<i>Транспорт, милиция, пожарная охрана</i>

Что же касается научных обобщений, защиты кандидатских диссертаций, то они выглядят достаточно скромно. За период 1991-1996 гг. в 26 вузах защищено 16 кандидатских диссертаций (из них 9 в МГУ и Московской геолого-разведочной академии) и 2 – докторских.

О концепции высшего геоинформационного образования

Для создания концепции необходимо иметь ответы на три вопроса:

1. чему следует учить: науке, технологии, производству геоинформационной продукции или всему понемногу?
2. если геоинформатика наука, то каковы ее предмет и метод? А если - технология или производство, то каковы их методы, ресурсы, сферы применения?
3. в каком соотношении находится геоинформатика с другими науками (или технологиями) и, следовательно, какие отрасли знаний являются базовыми при обучении, какие – дополнительными и какие науки (или технологии) опираются на геоинформатику?

В зависимости от ответов на эти вопросы могут быть построены разные образовательные модели. Станут ясны базовые и сопутствующие учебные дисциплины, обязательные и факультативные предметы, то есть, по сути, состав и структура учебных планов. Одновременно проясняется, каковы потребности и сферы применения специалистов-геоинформатиков, а следовательно – какими должны быть специальности и специализации и где их необходимо открывать для удовлетворения этих потребностей.

Таким образом, построение концепции начинается именно с методологии, с определения предмета и метода геоинформатики, места среди других наук и технологий, круга решаемых задач, сфер использования, и уже отсюда – специальности и специализации, учебные планы, учебники и учебные пособия, нормативные документы и государственные образовательные стандарты по разным специальностям.

На современном уровне научно-технического прогресса, характеризующегося интеграцией науки и практики, ***геоинформатика предстает в виде системы, охватывающей науку, технику***

и производство [3]. В аналогичном виде существуют, как известно, картография, дистанционное зондирование, кибернетика, электроника и другие отрасли знания.

Предмет геоинформатики, как науки — это природные, общественные и природно-общественные земные пространственно-временные системы. Методы геоинформатики – компьютерное моделирование и тесно сопряженное с ним ГК. Иначе говоря, предмет геоинформатики совпадает с предметами наук о Земле, социально-экономических наук, картографии, дистанционного зондирования.

А раз так, то геоинформатика, как наука и учебная дисциплина, должна иметь приоритетные контакты со следующими группами наук:

- науки о Земле – география, геология, геофизика, почвоведение, ландшафтоведение и другие;
- социально-экономические науки – демография, экономика, социология и т. п.;
- науки о взаимодействии природы и общества – экология, природопользование;
- науки-методы – картография, дистанционное зондирование, статистика;
- физико-технические науки – электроника, оптика, техника, фотограмметрия и другие;
- математические науки – математика, кибернетика и другие;
- информатика и компьютерные науки;
- логико-философские науки – теория моделирования, теория познания, общая теория систем, лингвистика и другие отрасли знания этого ряда.

Специализации геоинформационного образования определяются, прежде всего, потребностями конкретных пользователей, а кроме того — возможностями и традициями учебного заведения, уровнем материально-технического обеспечения, квалификацией преподавателей. Специализации могут выглядеть, например, так: “геоинформатика в разведочной геологии”, “геоинформатика в сельском хозяйстве”, “кадастровая геоинформатика” и т. д. Соответственно, в рамках этих специализаций может быть выделена и картографическая составляющая:

“геологоразведочное ГК”, “сельско-хозяйственное ГК”, “кадастровое ГК” и др.

Еще один аспект образовательной концепции – практическая (проблемная) ориентация образования. Она имеет подчиненное значение по отношению к специализации (впрочем, это вопрос дискуссионный). Практические задачи сводятся к трем крупным группам:

- инвентаризация и оценка геосистем;
- мониторинг и прогноз развития геосистем во времени и пространстве;
- принятие решений и управление геосистемами.

Фундаментом геоинформационного образования (включая и ГК) должно стать знание и понимание сущности, генезиса, динамики, функционирования геосистем.

Модели

Обобщение российского и зарубежного опыта показывает, что в настоящее время существуют по крайней мере 4 модели геоинформационного образования, которые ставят в центр внимания разные проблемы:

- технические и прикладные вопросы проектирования и эксплуатации ГИС;
- цифровое топографическое и тематическое картографирование;
- интеграцию ГИС-технологий и дистанционного зондирования;
- широкое взаимодействие с географо-картографическими дисциплинами, науками о Земле и смежными с ними социально-экономическими науками.

В обзоре К. Келера [41] представлены модели, отражающие различные подходы к ГИС и ГК в университетах США.

Первая модель, разработанная Национальным центром географической информации и анализа (NCGIA) США, содержит три блока: **1. Введение в ГИС**: аппаратное и программное обеспечение, растровые и векторные ГИС, сбор данных, свойства пространственных данных, пространственные связи, функциони-

рование ГИС, тенденции развития ГИС; **2. Технические проблемы ГИС:** проекции и геокодирование, структуры данных, алгоритмы растрово-векторного преобразования поверхностей, объемов и времени, базы данных, ошибки моделирования, визуализация; **3. Прикладные проблемы:** принятие решений, кадастр, управление, пространственные базы данных, обмен данными, влияние ГИС.

Примером **второй модели**, может служить интегральная система курсов под общим названием "Картография и ГИС" (CAGIS), разработанная на географическом факультета Висконсинского университета [41, 42]. Система включает следующие темы (учебные дисциплины): источники, сбор данных и цифрование, составление и интеграция данных, принципы графического дизайна, символизация, изготовление карт, познание (интерпретация карт), картографические проекции, системы координат, генерализация, типы карт, пространственный анализ, обработка 0-, 1-, 2- и 3-мерных данных, ошибки и их последствия, структура данных, модели проектирования баз данных, применение карт в общественной практике, алгоритмы и программирование, конструирование баз знаний, системная интеграция. Особенность этой системы дисциплин в том, что чисто технические вопросы излагаются в конце, когда уже освоены общие принципы ГК и пространственного анализа. Видимо, благодаря этому, система CAGIS в разных вариантах применяется для обучения не только картографов, но и специалистов по региональному анализу, географии населения, транспорта и т. п.

Третья модель, разработанная в университете штата Виргиния акцентирует внимание на дистанционном зондировании при некотором сокращении географической подготовки. Она включает статистику, картографию, аэрофотометоды, космическое зондирование, актуальные проблемы картографии, пространственный анализ.

Примером **четвертой модели** может служить синтетическая учебная программа, составленная в университете Лестера в Великобритании [45]. Она включает 37 дисциплин, объединенных в 6 разделов: **1.** введение; **2.** картографический и пространственный анализ; **3.** компьютерная реализация ГИС; **4.** технические средства; **5.** практические приложения; **6.** организационные аспекты создания ГИС.

В последнее время активно разрабатываются образовательные **модели геоматики**. В качестве примера приведем модель учебной программы для подготовки **"картографов-**

геоматиков”, используемую в Австралии [47]. Она включает 4 раздела: **1. Сбор данных** – полевые съемки, фотограмметрия, составление производных карт, координатная привязка данных, дистанционное зондирование, глобальные позиционные системы; **2. Обработка** – вычисления, оценка, интерпретация, анализ, контроль качества, хранение данных; **3. Управление** – объединение данных, редактирование, моделирование, планирование, принятие решений, маркетинг, анализ качества, правовые основы, взаимодействие с клиентом, стандарты передачи данных, коммуникация, авторские права; **4. Распространение** – создание карт, планов, диаграмм, отчетов, цифровых моделей, получение координированной социально-экономической информации, экранное отображение, дизайн, распределение данных и др.

В этой модели выделяются 2 уровня образования: **А – парапрофессиональная подготовка**, то есть уровень технологического освоения геоматики, включающий 1-й, 2-й и 4-й разделы; **Б – профессиональная подготовка** (бакалавриат и высшее образование), охватывающая 3-й, 4-й и частично 2-й разделы.

В Российских университетах курсы геоинформатики включены в учебные планы по географии, картографии, природопользованию, гидрометеорологии. Обобщенная модель обучения геоинформатике и ГИС охватывает следующие блоки дисциплин [3, 8 и др.]:

1. введение в геоинформатику;
2. основы компьютерной графики;
3. базы данных и базы знаний;
4. цифровая фотограмметрия и обработка дистанционных изображений;
5. цифровое общегеографическое и тематическое картографирование;
6. математико-картографическое моделирование и использование электронных карт;
7. проектирование ГИС;
8. использование ГИС.

При этом обучение в Российских университетах опирается на широкий комплекс картографических, географических, геоэкологических дисциплин, на цикл предметов по аэрокосмическому зондированию и цифровой фотограмметрии, включает практикумы и использование специализированных учебных ГИС [24].

Образовательная программа по геоинформатике в ИТС

Одна из наиболее интересных и заслуживающих подражания образовательных программ по геоинформатике и ГК разработана в Международном институте аэрокосмических съемок и наук о Земле (ИТС) — крупном и весьма авторитетном учебном заведении, расположенном в Энсхеде в Нидерландах [42]. Институт одним из первых в мире сформировал факультет геоинформатики, который включает 4 кафедры: **1** - Управления и инфраструктуры геоинформатики; **2** - Производства пространственной информации по данным фотограмметрии и дистанционного зондирования; **3** - Пространственной теории информации и прикладной информатики; **4** - Картографии.

Подготовка специалистов ведется на 5 уровнях:

GFM1: уровень доктора философии PhD, (реализуемый в кооперации с др. университетами Нидерландов), сфокусированный на оригинальных научных исследованиях

GFM2: уровень магистра наук (MSc) по геоинформатике, ориентированный на разработку фундаментальных концепций и исследований в области геоинформатики

GFM3: профессиональный уровень магистра по геоинформатике, ориентированный на проектирование, внедрение и оперативное управление интегрированными производственными геоинформационными системами

GFM4: уровень дипломированного специалиста по геоинформатике, умеющего использовать геоинформационные технологии и применять производственные программы

GFM5: краткие курсы по различным аспектам геоинформатики, предоставляемые соответственно запросам

Дипломированный специалист по геоинформатике специализируется по 3 направлениям:

1 - Картография; **2** - Фотограмметрия/дистанционное зондирование; **3** - Эксплуатация пространственных баз данных.

В рамках специализации по картографии изучаются следующие дисциплины:

- проектирование карт
- картографическое производство и планирование
- топографическое картографирование (включая крупномасштабное)
- картографирование, ортофотокартографирование и генерализацию)
- тематическая картография

Для магистра-профессионала предусмотрены также три специализации: **1** - Фотограмметрия/ дистанционное зондирование и обработка изображений; **2** - Картография и геоинформационная визуализация (включая проектирование карт, цифровое картографирование, методы статической и динамической визуализации, тематическое картографирование); **3** - Разработка и эксплуатация ГИС.

Магистр-профессионал имеет возможность специализироваться по четырем направлениям: **1** - Фотограмметрия и дистанционное зондирование; **2** - Картография и геоинформационная визуализация; **3** - Пространственная теория информации и прикладные компьютерные науки; **4** - Менеджмент и инфраструктура геоинформатики.

Во всех специализациях подчеркивается тесная связь обучения и производственного процесса. Параллельно лекционному курсу идут практические занятия, которые составляют значительную часть курса. Особое внимание уделяется производственным системам с упором на технологические процессы, обмен данными и оценку их качества. Для магистров особенно важным признается умение применить теоретические знания для решения практических проблем. Потому параллельно лекциям и практическим занятиям ведется работа над конкретными проектами.

Российский Госстандарт геоинформационного образования

В 1995 г. Государственный Комитет Российской Федерации по высшему образованию утвердил “Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования” [16], содержащий “требования к минимуму содержания и уровню подготовки специалистов-информатиков по *межотраслевой специальности 071900 – Информационные Системы (по областям применения)*”. Принятый стандарт особо оговаривает право

конкретных вузов инженерного, экономического и гуманитарного профилей уточнять формулировки квалификации в соответствии с учебным планом данного вуза.

На базе этого стандарта картографическая секция Учебно-методического объединения университетов России (УМОУ) разработала **требования к подготовке геоинформатиков по специальности 071900 – геоинформационные системы, то есть новый вариант стандарта применительно к геоинформатике**. Он утвержден Президиумом УМОУ 1 ноября 1995 г. и может служить основой для открытия соответствующих специальностей в университетах России.

В Стандарте определено место данного образовательного направления в системе знаний, объекты и виды профессиональной деятельности, требования к специалистам, их знаниям и умениям по гуманитарным, социально-экономическим, математическим, естественнонаучным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам. Подробно определены содержание конкретных дисциплин учебного плана, практикумов и практик и отводимое на них учебное время.

Установлено, что **объектами профессиональной деятельности специалиста-геоинформатика являются географические информационные системы и сети, их программное и информационное обеспечение, способы и методы проектирования и эксплуатации**.

В стандарте очерчен весьма широкий круг знаний, обязательных для специалиста-геоинформатика. Он обязан знать:

- основные положения теории информации, основные методы анализа информационных процессов;
- особенности получения геоинформации о природе, обществе и их взаимодействии, степень полноты, современности и надежности геоинформации;
- базовые понятия вычислительной техники, предмет и основные понятия геоинформатики, закономерности протекания информационных процессов в геосистемах, принципы работы технических и программных средств в информационных средах;
- возможности и методы компьютерной графики, основные средства визуализации геоизображений;

- принципы описания, построения и эксплуатации ГИС, экспертных систем, телекоммуникационных систем, серверов и локальных пользовательских систем;
- информационные модели знаний и методы представления знаний в базах знаний ГИС;
- основные классы геоинформационных моделей и принципы моделирования информационных процессов;
- содержание и основные задачи новых геоинформационных технологий и методов геоинформационного картографирования;
- элементы программирования с использованием различных алгоритмических языков;
- принципы организации, структуры систем мультимедиа и компьютерной графики и их применение в геоинформационном картографировании;
- модели и структуры телекоммуникационных сетей, методы оценки их эффективности;
- методы управления информационной системой;
- основные принципы организации баз цифровых данных разной тематической ориентации и пространственного охвата, способы построения баз цифровых данных, баз знаний, экспертных систем;
- методы и критерии оценки надежности и достоверности геоинформации, совместимости различных информационных источников;
- способы защиты геоинформации и информационной безопасности;
- принципы обеспечения условий безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации ГИС и картографических подсистем.

Конечно, никакие стандарты не в состоянии угнаться за стремительным прогрессом геоинформационных технологий, поэтому с течением времени он может уточняться и пополняться. Например, при обновлении стандарта, в него следует включить требования владения основами телекоммуникационного карто-

графирования, умения работать с интерактивными геоизображениями.

При составлении конкретных учебных планов вузы имеют право приспосабливать положения стандарта к своим возможностям, региональным особенностям, требованиям организаций-потребителей специалистов.

Таким образом, ***обобщение российского и зарубежного опыта свидетельствует о том, что во всем мире идет разностороннее и активное формирование нового геоинформационного образовательного направления, в котором важное место отводится ГК.***

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ПО ГЕОИНФОРМАЦИОННОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ

Общие положения

В 1996 г Постановлением Госстандарта России принят и введен в действие Государственный Стандарт Российской Федерации "Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования" (ГОСТ Р 50828–95). [15] Стандарт разработан 29 Научно-исследовательским институтом Министерства обороны РФ.

В ГОСТе установлены общие требования к построению и содержанию системы классификации и кодирования, правилам цифрового описания и форматам обмена пространственными данными, а также к системам условных знаков цифровых и электронных карт.

Введение ГОСТа, как государственного нормативно-технического документа играет важную роль в становлении ГК. **Стандарт не только официально закрепляет термин "ГК", но — что особенно существенно — стимулирует дальнейшее развитие этого направления современной картографии.**

Содержание ГОСТа

1. Область примирения.
2. Нормативные ссылки.
3. Определения. *(В разделе закреплены дефиниции объектов и системы условных знаков с различным характером локализации, электронной карты, файл-библиотеки условных знаков, классификации и классификатора, кодирования, признака объекта и др.)*
4. Обозначения и сокращения.

5. Требования к системе классификации и кодирования (*Система классификации, система кодирования, иерархические принципы построения, кодовые обозначения и описания*)

6. Требования к цифровому описанию (*Общие требования, правила описания метрики объектов с различным характером локализации, особенности описания семантики объектов, правила описания подписей*).

7. Требования к форматам обмена (*Принцип организации массивов данных, структура обменного файла, организация паспортного и индексного сегментов пространственных данных, особенности заполнения полей сегментов*).

8. Требования к системе условных знаков (*Общие требования, способы матричного и векторного описания*).

О терминологии

Прогресс ГК предполагает взаимодействие картографов со специалистами, работающими в области геоинформатики, компьютерной графики, дистанционного зондирования, иконки, психологии восприятия и, конечно же, наук о Земле и обществе. Взаимодействие немислимо без единого понятийно-терминологического обеспечения, без согласования, формализации и стандартизации терминов, используемых всеми специалистами. Это естественное условие введения новых терминов в научно-практический оборот, освоения и осмысления технологий, а также продуцирования новых знаний и обмена ими, с одной стороны, внутри сообщества картографов-геоинформатиков, а с другой — между ними и пользователями.

В ГОСТе сделан шаг в этом направлении. Правда он, как и предыдущий ГОСТ 28441-90 "Картография цифровая. Термины и определения" [14], ориентирован на общегеографические (топографические) карты. Так, электронная карта определяется в нем как "векторная или растровая карта, сформированная на машинном носителе (например, на оптическом диске) с использованием программных и технических средств в принятой проекции, системе координат и высот, условных знаках, предназначенная для отображения, анализа и моделирования, а также решения информационных задач по данным о местности и обстановке" [15, с. 3-4]. Ясно, конечно, что с некоторыми редакционными уточнениями такое определение может быть расширено и на тематические карты. Возможно, это следовало сделать в данном

ГОСТе, не отделяя топографическое ГК от тематического и специального.

Еще один важный момент развития и стандартизации научно-технической терминологии по ГК связан с тем, что геоинформация существует в компьютерной среде часто в англоязычной форме. В особенности это относится к геоинформации, обращающейся в сетях телекоммуникации. Предстоит выполнить достаточно тонкую работу по подбору и оптимизации русских эквивалентов английских терминов, что очень непросто из-за международного характера англоязычной терминологии.

Нельзя недооценивать важность защиты формирующейся русской научной терминологии от английской языково-технической экспансии. Она не только засоряет и утяжеляет научную лексику, но и отрицательно сказывается на формировании самой научной методологии.

Можно с полным правом считать, что **формирование и стандартизация терминологии по ГК относится к числу неотложных научно-организационных задач.**

ПЕРСПЕКТИВЫ

Прогноз Дж. Моррисона

На рубеже тысячелетий нет недостатка в прогнозах развития картографии. Этому весьма способствует крутой виток информационно-телекоммуникационного прогресса, пробуждающий стремление пофантазировать и на картографические сюжеты. Много безоосновательных предположений, основанных на примитивной экстраполяции сегодняшней ситуации. Впрочем, с кого спросить в середине XXI века за несостоявшийся прогноз ?

Пожалуй, одна из наиболее интересных попыток предсказания тенденций развития картографии содержится в статье Дж. Моррисона *Картография нового тысячеления*, опубликованной в "Геодезии и картографии" [25]. Видный американский картограф, имеющий большой опыт работы в Геологической Съёмке США, бывший Президент Международной картографической ассоциации, высказывает ряд заслуживающих внимания предположений.

По его мнению, картографическое производство, ориентированное на аналоговые методы составления и издания карт, устарело и должно быть целиком переведено на автоматизированные электронные технологии, а в центре внимания должны находиться новые методы сбора информации и сети коммуникации. Дж. Моррисон весьма категоричен в этом мнении: "Необходимо отказаться от стремления постоянно совершенствовать устаревшие аналоговые методы и эффективно использовать преимущества электроники и вычислительной математики" [25, с. 46].

Перспективы развития картографии в обозримом будущем связываются прежде всего и почти исключительно с геоинформационными технологиями. Практическое освоение методов ГК исключают в будущем необходимость готовить печатанные тиражи карт или других изображений. "В любой момент в режиме реального времени можно получить на экране дисплея визуализиро-

ванное изображение изучаемого объекта или явления... И вместо совершенствования устаревших методов и технологий следует постоянно расширять применение ГИС и осваивать решение новых задач... “ [25,с.46]. Внедрение электронных технологий “означает конец трехсотлетнего периода картографического черчения и издания печатной картографической продукции” [25, с. 47]. Взамен мелкомасштабных карт и атласов пользователь сможет затребовать и сразу получить все необходимые данные в машинночитаемом или визуализированном виде, а само понятие “атлас” подлежит пересмотру.

Прогноз Дж. Моррисона экстраполирует сегодняшние тенденции электронной картографии, он исходит из опыта развитых картографических производств и, видимо, вполне реален на ближайшие сроки. Следует лишь заметить, что доверяясь прогрессу технологии, никак нельзя забывать о необходимости развития методологии, причем это развитие должно быть опережающим и непременно опираться на геосистемный подход. Иначе информократическая стихия грозит поглотить картографию.

Тенденции развития ГК

Сегодня ГК должно рассматриваться, во-первых, как компонент общенаучной информационной инфраструктуры и, во-вторых, как фрагмент реализации национальной политики в области информатизации. Наличие точной и достоверной пространственной картографической информацией обеспечивает преимущества в сферах экономики, политики, экологии и эксплуатации природных ресурсов, развития средств массовой информации и связи, образования и культуры — одним словом, кто владеет информацией, тот владеет и управляет ситуацией.

Есть основания считать, что разработка теории и методов ГК принадлежит к фундаментальным проблемам картографии и даже шире — всех наук о Земле и близких к ним социально-экономических наук. Кроме того, совершенно очевидно, что при всей своей фундаментальности ГК имеет явную практическую направленность, отвечающую содержанию многих прикладных задач.

В современных экономических условиях финансовая поддержка может быть обеспечена лишь тем направлениям, которые сочетают фундаментальность с прикладной ориентацией и способны давать быструю отдачу. И это относится не только к нашей

стране, находящейся в трудной экономической ситуации, но и ко все другим, в том числе, самым благополучным государствам. Картография, как наука и производство все более подчиняется общественным интересам. Г. Хромов, оценивая перспективы финансирования науки, справедливо отмечает: "Во всех передовых странах современного мира наблюдается неуклонное возрастание тематического финансирования в ущерб "базовому", не привязанному к конкретной тематике. Соответственно возрастает объем ориентированных фундаментальных исследований за счет свободного поиска в виде чисто фундаментально-научных изысканий." И далее: "Жесткие экономические реалии современного мира, по существу, упразднили тезис о самоценности любого научного исследования. Наука сделалась частью экономики, получающей солидную долю общественных ресурсов, но вместе с тем — и справедливые обязанности" [33, с. 11].

Применительно к рассматриваемой проблеме это означает, что ***благоприятные перспективы развития ГК могут быть обеспечены только при оптимальном сочетании фундаментальных исследований и прикладного проблемно-ориентированного тематического картографирования.***

Нам не дано предугадать ...

Электронные карты и атласы не уже пахнут типографской краской, а подмигивают с экрана яркими огоньками значков и хамелионисто меняют окраску в зависимости от нашего желания и настроения. Возможно, недалеко то время, когда картографические голограммы создадут полную иллюзию реальной местности, анимации позволят "пролететь" над нею, а пейзажные компьютерные модели сведут на нет различия между картой и живописным полотном.

Президент ERDAS — одной из ведущих американских компаний по разработке ГИС Л. Джордан [17] считает, что Картой Будущего станет Разумное Изображение (Intelligent Image) — сложное изображение, синтезирующее информацию полученную из разных источников в реальном масштабе времени и с переменным разрешением. Пользователь будет работать с ним в интерактивном режиме и перемещаться по нему в любом направлении в двух, трех или четырех измерениях. Речь, как видим, идет о гипергеоизображении, обращающемся в компьютерных сетях и сочетающем свойства карт, снимков, трехмерных моделей и анимаций. Качество, целостность и точность данных будут, по мне-

нию Л.Джордана, обеспечиваться в цифровой среде на основе широкого использования глобальных позиционирующих систем (ГПС).

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

По-видимому, подобные прогнозы обречены на неудачу, поскольку не способны подняться выше уровня простой экстраполяции. Мы сегодня не можем предсказать облик карт будущего, точно так же, как создатели русских чертежей не способны были предвидеть появление электронных космофотокарт. Прогресс картографии наверняка преподнесет нечто принципиально новое, невиданное и непредсказуемое.

На рубеже тысячелетий картография испытывает серьезнейшую перестройку. Уходят в прошлое аналоговые методы создания и использования карт, уступая место новым электронным технологиям. Перестройка болезненна, но необратима. Важно при этом не потерять ориентиры и не разрушить прежнюю картографию, не успев еще создать новую, не девальвировать высокое искусство традиционного картосоставления, впадая в цифровой хаос технократического подхода. Как избежать этой беды, типичной для скороспелых перестроек? Рецепт не нов: в будущем необходимо крепко опираться на традиции прошлого, в первую голову — на опыт отечественной школы географической картографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. - М.: Мысль, 1983. - 350 с.

2. Балдина Е.А. Географо-картографическое обоснование геоинформационных систем // К.А.Салищев и географическая картография (к 90-летию со дня рождения).- М.: Моск. Центр РГО, 1995.

3. Берлянт А.М. Геоинформатика: наука, технология, учебная дисциплина // Вестн. Моск. ун-та. Геогр. 1992, № 2.

4. Берлянт А.М. Геоиконика. М.: 1996, 208 с.

5. Берлянт А.М. Геоинформационное образование в России // Геод. и картогр. 1996, № 10.

6. Берлянт А.М., Аляутдинов А.Р., Мусин О.Р., Платонов А.П. Картографирование телекоммуникационных сетей России // ГИС-Обзорение, 1995, весна.

7. Берлянт А.М., Жалковский Е.А. К концепции развития ГИС в России // ГИС-Обзорение - 1996, весна.

8. Берлянт А.М., Капралов Е.Г., Лурье И.К. Проблемы ГИС-образования в России // ГИС-Обзорение.- 1994, весна.

9. Берлянт А.М., Мусин О.Р., Свентэк Ю.В. Геоинформационные технологии и их использование в эколого-географических исследованиях // География.- М.: Изд-во. МГУ, 1993.

10. Берлянт А.М., Ушакова Л.А. Динамические карты - новый вид картографических произведений // Геод. и картогр., 1993, № 3.

11. Беручашвили Н.Л. Персональные ЭВМ в картографии // Вестн. Моск. ун-та. Геогр., 1988, № 4.

12. Викторов А.С. Рисунок ландшафта.- М.: Мысль, 1986, 179 с.

13. Виноградов Б.В. Три уровня дистанционной индикации в изучении экосистемы // Природа, 1977, № 10.

14. ГОСТ 28441-90. Картография цифровая. Термины и определения.- М.: 1990.

15. ГОСТ Р 50828-95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования. М.: 1995.

16. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. 071900. Информационные системы (по областям применения). - М.: 1995.
17. Джордан Л. На пороге новой эры: интеграция ГИС и дистанционного изображения // ARC/Review, 1997, № 1, 8.
18. Жалковский Е.А. Прогрессивные технологии картографо-геодезического обеспечения Российской Федерации. // Геод. и картогр., 1994, № 3.
19. Жданов Н.Д. Картографо-геодезическая служба России на новом этапе развития // Геод. и картогр., 1994, № 3.
20. Заруцкая И.П., Красильникова Н.В. Проектирование и составление карт природы. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 296 с.
21. Информационные системы в науке-95. Под ред. Журавлева Ю.И. и др. М.: Фазис, 1995.- 121 с.
22. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений - М.: Изд-во МГУ, 1991.
23. Комплексные региональные атласы - М.: Изд-во ГУ, 1976 - 638 с.
24. Лурье И.К. Геоинформатика Учебные геоинформационные системы. - М.: Изд-во МГУ, 1997. - 115 с.
25. Моррисон Дж. Л. Картография нового тысячелетия // Геод. и картография. 1996, № 8, 45-48
26. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. - М.: Изд-во МГУ, 1979.
27. Политика в области образования и новые информационные технологии. Нац. докл. РФ // 2-й Междунар. конгр. ЮНЕСКО "Образование и информатика". - М., 1996. - 36 с.
28. Салищев К.А. Национальные атласы. История, анализ, пути совершенствования и унификации. - М.: Изд-во. МГУ, 1960 - 149 с.
29. Салищев К.А. Идеи и теоретические проблемы картографии 80-х годов // Итоги науки и техн. Картография. М.: ВИНТИ, 1992, т. 10.
30. Сербенюк С.Н. Картография и геоинформатика — их взаимодействие.- М.: Изд-во МГУ, 1990.
31. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей.- М.: ИГ АН СССР, 1989. - 220 с.
32. Ушакова Л.А. Динамическое картографирование и картометрический анализ поля поверхностного слоя северо-западной части Тихого океана // Геоинформ. картогр.- М.: Моск. Центр. РГО, 1993.

33. Хромов Г. Хотим ли мы уцелеть? // Поиск, № 22 (420), 1977, 11.

34. Якушев Е.В. Возможности телекоммуникаций в России. - М.; 1995. - 68 с.

35. Armenakis C. Electronic mapping of time-depended data // ASPRS/ACSM/RT 92 Conf. "Mapp. and Monit. Global Change" - Techn. Pap. v. 3 - Bethesda (Md) - 1992.

36. Cartwright W. New Maps and Mapping Strategies: Contemporary Communication/Contemporary Cartography // SUC Bull., 1996, v. 29, No 1.

37. Fairbrain D., Deeley N. Animation in the cartographic drawing office // SUC Bull.- 1991 - 25, N 1.

38. Glossaire de cartographie // Bull. Com. Fr. Cartogr. 1990, N 123-124

39. Isaacs M. Mapping the INTERNET: Map-related INTERNET Resources and the Tools to Access Them // SUG Bull., 1995, v. 28, N 1.

40. Kelher C.P. Issues to consider when developing or selectin GIS Curriculum // GIS'90. Int. Symp. Geogr. Inf. Syst.- Vancouver, 1990.

41. Neuville G. Alerte a la secheresse grace a la teledetection //Amenag. et nature. 1995, N 119.

42. Nyerges T. L., Chrisman N.R. A framework for model curricula development in cartography and geographic information systems // Prof. Geogr. 1989, v. 41, N 3.

43. ITC Annual Report 1995. ITC, 1995/

44. Stransky V. Les SIG et la gestion des reseaux // FLUX: Cah. Sci. Int. Res. et Terr., 1993, N 13-14.

45. Unvin D. J. A sellabus for teaching geographical information systems // Int. J. Geogr. Inf. Syst. 1990, v. 4, N 4.

46. What is Geomatics ? // Federal Geomatics Bull. , 1992, v. 3, N 2.

47. Young F.R. The evolutionary need of the "Geomatican-Cartographer" // Cartography (Austral.), 1993, v. 3. N 2.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения - 3

Определение геоинформационного картографирования
Особенности
Истоки

Положение в системе картографических дисциплин
Пространственные уровни картографирования
Компонентные уровни
Направления практического применения.

2. Географические основы геоинформационного картографирования - 9

Важность географического обоснования
Опыт комплексных географических исследований
Методы географической индикации
Опыт системного тематического картографирования
Выбор базовой карты.

3. Оперативное геоинформационное картографирование - 15

Определение
Оперативные карты
Динамическое геоинформационное картографирование
Анимации
Временной масштаб

4. Телекоммуникационное картографирование - 19

Геоинформационное пространство
Поиск геоинформации в сетях
Геоизображения в компьютерных сетях
Передача геоизображений в системе телевидения
Сети телекоммуникации как объект картографирования
Картографирование информационного пространства

5. Структурные изменения в картографии - 26

Конвергенция теоретических концепций
Изменения структуры картографии как науки
Государственный уровень геоинформационного
картографирования в России
Организационная перестройка
Геоматика

6. Новые геоизображения - 33

Классы и виды геоизображений
Гипергеоизображения
Геоиконика
Графические образы
О перспективах

7. Геоинформационное образование - 38

Состояние геоинформационного образования
в России
О концепции высшего
геоинформационного образования
Модели
Образовательная программа
по геоинформатике в ИТС
Российский Госстандарт геоинформационного
образования

**8. Государственный Стандарт по
геоинформационному картографированию - 51**

Общие положения
Содержание ГОСТа
О терминологии

9. Перспективы - 54

Прогноз Дж. Моррисона
Тенденции развития
геоинформационного картографирования
Нам не дано предугадать...

10. Литература - 58

Скан
страницы
отсутствует

6. The New Geoimages - 33

Classes and Types of Geoimages

Hypergeoimages

Geoiconics

Graphic Patterns

On Prospects

7. Geoinformational Education - 38

The State of the Art

of Geoinformational Education in Russia

On the Geoinformational Education conception

The Models

Geoinformational Curriculum in ITC

Russian National Standard

on Geoinformational Education

8. National Standard on Geoinformational Mapping - 51

General

GOST's Contents

On Terminology

9. The Outlook - 54

Joel Morrison Prognosis

Trends of Geoinformational Mapping

None can't Provide...

10. Bibliography - 58

Александр Михайлович Берлянт
Геоинформационное картографирование

ЛР 063775 от 22.12.1994 г.

Подписано в печать 5.08.1997 г. Формат 64x90/16. Гарнитура «Ариал».
Печать офсетная. Бумага офсетная. Печ. л. 4,0.

Выпущено фирмой «Астрей»
109193, Москва, ул. Южнопортовая, 16