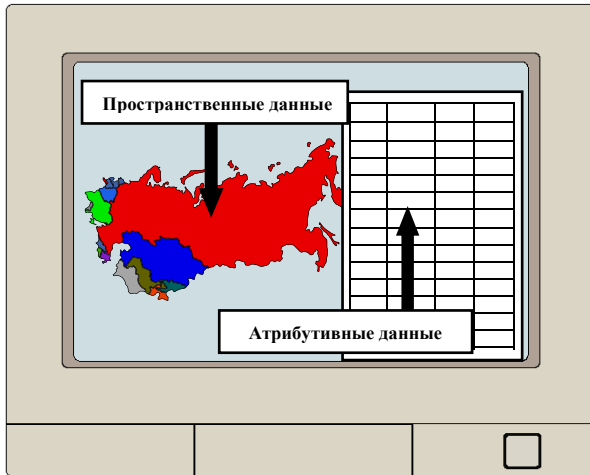


П.А. Кипкеева

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ КАРТОГРАФИИ



Карачаевск

Министерство образования и науки Российской Федерации
Карачаево-Черкесский государственный университет

П.А. Кипкеева

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ КАРТОГРАФИИ

*Допущено Министерством образования
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 03.25.00 География*



Карачаевск 2004

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Карачаево-Черкесского государственного университета

Кипкеева П.А. Геоинформационные системы и их использование в современной картографии: Учебное пособие. – Карачаевск: КЧГУ, 2004. – 228 с.

ISBN 5 – 8307 – 0011 – 5

Учебное пособие содержит введение в географические информационные системы, раскрывает основы современного цифрового картографирования, рассматривает использование ГИС – технологий в работе географа – эколога и возможности внедрения ГИС в высшее и школьное образование.

Предназначено, в первую очередь, студентам, ученикам старших классов, учителям географии и экологии, а также аспирантам и преподавателям географических факультетов.

Рецензенты: Ю.Я. Потапенко, д. г-м. н., проф., академик РАЕН,
(КЧГУ),

Ю.К. Хиров, к. ф.-м. н., доц., заведующий кафедрой
информатики, член–кор.
Академии информатизации
образования (РГУ).

ISBN 5 – 8307 – 0011 – 5

© Карачаево-Черкесский государственный университет

© Кипкеева П.А.

2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Геоинформационные системы и их использование в современной картографии» предназначено для студентов вузов по специальности география и экология. В пособии кратко изложены основные направления современной географической науки, непосредственно связанные с геоинформационным картографированием.

Геоинформатика, в современном ее понимании, явилась результатом длительной эволюции таких традиционных способов географической информации как описания, справочники, библиографические указатели, реферативные журналы, атласы и др. Сначала обработка информации производилась с помощью перфокарт, затем появились первые ЭВМ, возникли банки данных (БД) географической информации, основанные на использовании запоминающих устройств ЭВМ, стали внедряться совершенно новые геоинформационные технологии, а выдача информации стала осуществляться в цифровой, текстовой, графической, картографической формах, в том числе и с использованием электронных сетей, электронной почты, электронных карт и атласов.

Как наука геоинформатика разрабатывает принципы, методы и технологии получения, накопления, передачи, обработки и представления географической информации. Как область практической деятельности она включает создание, обеспечение текущего функционирования, обновление и развитие способов такой информации. С точки зрения интересов географии геоинформатика может рассматриваться в одном ряду с математическими, картографическими и дистанционными методами.

Развитие геоинформатики привело к созданию геоинформационных систем. Географическая информационная система (ГИС) представляет собой комплекс взаимосвязанных средств получения, хранения, переработки, отбора данных и выдачи географической информации [82]. Исходя из целей

ГИС, их подразделяют на многоцелевые и специализированные (в том числе научно-справочные, кадастровые, картографические, инженерно-планировочные, территориально-управленческие и др.). По тематической ориентации среди ГИС выделяют общегеографические, отраслевые (в том числе водных ресурсов, использования земель, лесопользования, рекреации и др.), по пространственному масштабу и охвату они делятся на региональные, общегосударственные и глобальные.

Ныне в мире работают уже сотни и тысячи геоинформационных систем, и, тем не менее, это только начальный период их становления. На базе ГИС развиваются и вводятся в научный оборот новые виды текстов, изображений, сцен — комбинированных, многомерных, объемных, динамических. Возникло *геоинформационное моделирование*, в основе которого лежит своего рода симбиоз географа-исследователя с компьютером. Появились и эксплуатируются несколько разновидностей экспертных систем или систем искусственного интеллекта. Массовое внедрение ГИС в географию охватило многие её отрасли, но в особенности картографию, которая благодаря ГИС претерпела перестройку, сравнимую разве что с переходом от рукописного изготовления карт к картопечатанию. Эта перестройка нашла свое выражение в геоинформационном картографировании. Суть его, по А.М. Берлянту, состоит в информационно-картографическом моделировании природных и социально-экономических геосистем на основе цифровых баз данных, ГИС-технологий и географических знаний. К числу главных факторов, способствующих развитию геоинформационного картографирования, он же относит: 1) развитие геоинформатики; 2) практическую потребность в оперативном картографическом обеспечении принятия решений управленческого характера; 3) внедрение в картографию компьютерных методов и автоматических картографических систем, таких как ядра ГИС; 4) возникновение новой геоинформационной концепции; 5) включение в научно-практический оборот большого числа новых видов и типов геоизображений.

ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ГИС

1.1. Что такое географическая информационная система?

Геоинформационные системы или географические информационные системы (Geographical Information Systems) - это системы управления базами данных, предназначенные для работы с координатно - привязанной информацией [79].

Важнейшей особенностью ГИС является способность связывать картографические (графические) объекты (т.е. объекты, имеющие форму и местоположение) с описательной, атрибутивной информацией, относящейся к этим объектам, и описывающей их свойства, которые не могут быть отражены графически. В простейшем случае каждому графическому объекту ставится в соответствие строка таблицы (запись в базе данных) с атрибутивной информацией, что и определяет основные функциональные возможности ГИС. Эти возможности, естественно, различны у разных систем, но каждая настоящая ГИС дает возможность получения ответа на вопросы «Что это?», «Где это?», «Что находится рядом?», «Как далеко это находится?» и т.д.

Приставка «гео», фигурирующая в названии этих систем, является артефактом истории их создания и область их применения, конечно, не ограничивается географией, геологией и другими гео..., а также областями практики и науки, так или иначе связанными с земной поверхностью (экология, сельское и лесное хозяйство, управление природными ресурсами, земельные кадастры, городское и ландшафтное планирование и т.д.).

Применение ГИС будет весьма эффективно в любой предметной области, в которой важно взаиморасположение и форма описываемых или изучаемых объектов в реальном пространстве (плоскость микроскопического препарата, расположение оборудования в производственном помещении и пр.)

или в фазовом пространстве некоторого физического или химического процесса.

Геоинформационная система представляет собой программный комплекс, являющийся универсальным средством для создания автоматизированных рабочих мест, информационно-справочных и информационно-аналитических систем, систем поддержки принятия решений, оперирующих территориально-ориентированными данными.

Система реализует концепцию геореляционных баз данных, предусматривающую наличие двух взаимосвязанных информационных компонентов: картографической базы данных, описывающей форму и взаиморасположение картографических объектов в определенной проекции (системе координат) и фактографической базы данных, содержащей описание реквизитов (атрибутов) картографических объектов (рис. 1).



Рис. 1. Система геореляционных баз данных: взаимосвязь пространственных и атрибутивных данных.

Система обеспечивает ввод, хранение, редактирование, структурирование, комплексный анализ, моделирование и синтез территориально-ориентированных данных, генерацию отчетов и создание твердых копий.

Географические информационные системы и технологии являются одним из научных направлений дисциплины **геоинформатика** (табл. 1).

Таблица 1.

Геоинформатика [91]



*Геосистемы – природно-территориальные комплексы.

1.2. Состав ГИС

Точное определение ГИС дать очень сложно, поскольку при работе она может рассматриваться на нескольких уровнях и для различного применения будет означать разные вещи. Для некоторых ГИС – набор программных инструментов, используемых для ввода, хранения, манипулирования, анализа и отображения географической информации. Это является техническим определением, отражающим историю развития ГИС, как объединения средств автоматизации проектирования (CAD) с цифровой картографией и программами баз данных.

Для других – ГИС может быть образом мышления, способом принятия решений в структурах, где вся информация соотносится с пространством и хранится централизованно. Это большое стратегическое определение.

Из чего состоит ГИС?

ГИС – это система, состоящая из трёх компонентов:

- 1) пространственные данные,**
- 2) аппаратно – программные инструменты,**
- 3) проблема, как объект решения.**

Программно-технические средства или, даже просто программные средства (программные комплексы) часто также называют ГИС. Будем придерживаться более широкого понятия. Геоинформационная система имеет расширенную форму базы данных, где каждый объект наряду с атрибутивными данными характеризуется своим географическим положением [75].

В настоящее время в России используют программные продукты: «Credo-dialog», «Topograd», «Mapinfo», а также серию программных продуктов Intergraph и ERSI. ERSI выпускает несколько программных продуктов, которые можно назвать ГИС или которые могут стать основой либо составной частью: ARC/INFO — самая мощная ГИС в мире; Arc View GIS — оптимальный вариант для решения задач на IBM PC; MapObjects — набор программных компонентов, из которых в

стандартных средах визуального программирования (Delphi, Power Builder, Visual Basic и др.) можно создавать собственные ГИС любой сложности в среде Windows-95 и Windows NT; ArcCAD строит ГИС из AutoCad [91].

Всё перечисленное является базисом для построения ГИС, остальные программы дополняют их разными функциями: векторизация карт, их редактирование, печать и др. SDE — программа-сервер, которая работает совместно с сервером СУБД (Oracle, INFORMIX, SYBASE) и обеспечивает данными приложения ARC/INFO, ArcView GIS и MapObjects. В ГИС используются специальные форматы для хранения изображений и в ARC/INFO — это покрытия ARC/INFO, в Arc View GIS — шейпфайлы, в SDE — слои SDE.

Такое разнообразие форматов объясняется тем, что помимо собственно набора геометрических фигур, во многих случаях полезно хранить и другую информацию, обычно о пространственных связях этих фигур между собой, называемых в совокупности топологической информацией (топологией).

1.3. Основные возможности системы

Имеются различные ГИС с разным набором функций и разной технологией обработки. По этой причине описание ГИС будет ориентировано на ГИС SINTEKS/TRI [79]. Рассмотрим основные возможности системы.

✓ **Ввод картографической информации** с помощью дигитайзера, векторизации растровых изображений, импорта файлов из других систем (с конвертацией формата данных).

✓ **Управление картографическими и фактографическими базами данных** (формирование архитектуры баз данных, обновление данных, навигация, индексация, поиск и отбор).

✓ **Совместная работа со всеми типами поддерживаемых слоев** - векторными, растровыми, графами, поверхностями, слоями оформления.

✓ **Визуализация картографических и фактографических данных** (широкий набор функций формирования и визуализации электронных карт, навигации).

✓ **Интерактивное и пакетное преобразование картографической информации** (как в векторном так и в растровом представлении) практически во все существующие картографические проекции; коррекция векторных и растровых слоев по опорным точкам.

✓ **Алгебраические и метрические операции**, включая вычисление длин, площадей, периметров и других характеристик форм объектов.

✓ **Операции над множествами картографических объектов**: пересечение, объединение, исключение.

✓ **Операции пространственного отбора**: построение полигонов, удовлетворяющих определенным условиям удаленности; поиск ближайших соседей.

✓ **Построение и анализ поверхностей** (например, рельефа), их первых и вторых производных (крутизна склона и характеристика выпуклости/вогнутости поверхности) по данным, заданным на нерегулярной сети или/и с помощью изолиний, построение областей видимости.

✓ **Построение и анализ графов (сетей)**, в том числе определение кратчайшего пути, решение задачи коммивояжера.

✓ **Работа с картографическими данными в режиме виртуального присоединения**, обеспечивающем возможность одновременной согласованной работы в едином координатном пространстве со множеством территорий без дублирования информации и нарушения целостности каждой отдельной территории.

✓ **Генерация отчетных форм**, включая создание монохромных и цветных карт, зарамочное оформление, поддержка

специального слоя оформления, монтаж врезок других масштабов и окон, содержащих пояснительные тексты, графические элементы и т.п.

✓ **Вывод графической и текстовой информации** на матричные, струйные, лазерные принтеры, плоттеры.

✓ **Обмен информацией с другими СУБД, ГИС и САПР** путем конвертирования картографических данных из (в) форматов DXF, F1M, PC Arc/Info, ASCII, DBF.

✓ **Адаптация к предметной области пользователя и возможности развития приложений**, основанных на технологии *Sinteks ABRIS*. Внутрисистемный язык программирования *Sinteks C* и его библиотека, позволяют пользователю создавать в рамках системы расчетные и моделирующие программы, другие пользовательские приложения, изменять и дополнять пользовательский интерфейс. Пользователь также может использовать свои собственные функции с помощью динамически подключаемых библиотек (DLL), запускать из системы свои DOS- и WINDOWS-приложения. Пользователь может создавать в любой среде программирования свои приложения, оформленные в виде DLL и подключать их в систему, используя все внутренние ресурсы системы.

✓ **Взаимодействие с различными другими программами** обеспечивается с помощью файлового обмена, средствами встроенной объектной связи (OLE), динамического обмена данными (DDE). Для этого используется набор высокоуровневых функций, доступных из языка программирования *Sinteks C*. Для пользователя стандартного оконного интерфейса системы доступна частная реализация этих возможностей, например, пересылка выбранных атрибутивных данных в электронную таблицу Excel фирмы Microsoft.

Система *Sinteks ABRIS* может использоваться для сбора, хранения и получения информации, касающейся самых различных аспектов окружающей среды и природных ресурсов, промышленности, сельского хозяйства и социально-экономической структуры территорий любого масштаба. Си-

стема удобна для создания земельных, лесных, геологических и др. кадастров, маркетинговых исследований, принятия хозяйственных решений по организации рационального природопользования, охраны окружающей среды, по обустройству, преобразованию и использованию городских территорий, оптимизации работы транспорта, служб скорой помощи, милиции и т.д.

В отличие от традиционных баз данных, геоинформационная система *Sinteks ABRIS* дает возможность получать ответы на вопросы следующих типов:

Что находится в заданном месте? Например, задав положение интересующей Вас точки в виде ее координат или указав ее на карте, Вы можете узнать условия данной местности, получить список и параметры объектов, находящихся в пределах заданного радиуса, ниже по течению реки, связанных с данным объектом сетью дорог, линий связи и т.п.

Где находятся территории с заданными параметрами? Например, Вы можете получить информацию о площадях с определенными свойствами почв, определенной крутизны и экспозиции, попадающих в зону устойчивого приема телепередач, удовлетворяющих определенным условиям удаленности от некоторой группы объектов (дорог, населенных пунктов и пр.).

Какие изменения произошли на данной территории? Например, сравнив карты загрязненности почв, состояния растительности и пр. в разные годы, определить динамику состояния окружающей среды.

Что будет, если ...? Блок моделей, опирающихся на пространственную информацию, позволяет Вам разрабатывать сценарии различных процессов и ситуаций: распространение выбросов в атмосферу, паводков, пожаров, загрязнение акваторий нефтепродуктами; анализировать транспортные схемы и градостроительные решения, оптимизировать размещение производственных объектов и т.д.

Какие существуют пространственные закономерности и взаимосвязи? Наиболее сложный и вместе с тем результативный запрос. Например, Вы можете исследовать факторы, влияющие на результаты выборов, причины приуроченности заболеваний к определенным местам, проводить маркетинговые исследования или оценивать корреляции уровня аварийности и состояния дорожно-транспортной сети.

1.4. История развития ГИС

Сбор пространственно – локализованных данных – это в общем - то столь же старое занятие, как занятие картографией, и каждый атлас представляет собой одну из форм ГИС, поскольку содержит в себе множество разнообразных данных из разных источников. Многие организации, располагая необходимым набором карт, тем не менее сталкиваются со всё большими трудностями при сравнении информации из разных источников, особенно в условиях недостатка времени, отпускаемого теми, кто делает политику и принимает решения. Благодаря появлению в конце 50 – х годов ЭВМ возникла практическая возможность создания эффективных ГИС, быстро откликающихся на запрос. Внедрение ЭВМ привело к двум основным следствиям. Во – первых, оно позволило всем кто отвечает за сбор и отображение различных статистических данных, автоматизировать их обработку и тем самым ускорить и сделать более гибкими как саму эту обработку, так и анализ. Во – вторых, оно обеспечило создание средств автоматического картографирования [57].

Правительственные учреждения, занятые сбором данных, особенно бюро переписи, а также специализированные департаменты, отвечающие за сельское хозяйство и обрабатывающую промышленность, уже перешли от ручных к механическим системам. Появляется множество статистических данных в машиночитаемой форме, в ряде случаев координирован-

ных в пространстве: то есть соблюдены оба условия, необходимые для разработки ГИС.

Тот же путь прошла и компьютеризация картографии, когда сперва основное внимание уделялось созданию статистических тематических карт небольших административных районов, которые легко преобразуются в схематичную цифровую форму, и выводятся на линейно – печатающих устройствах. Постепенно, по мере появления соответствующего программного обеспечения и специальных устройств, происходил сдвиг к более сложным системам. Впоследствии, с появлением фотограмметрических графопостроителей, был достигнут значительный прогресс в кодировании цифровых данных. Постепенно всё большее признание получила идея пересмотра исходных принципов картографирования и перехода на пространственно локализованные данные независимо от их роли в создании карт. Таким образом, цифровая картография взаимодействует с ГИС тремя путями: через картографическое покрытие страны, связывающее все другие категории данных; как источник пространственно – локализованных данных, имеющих самостоятельное значение, и как один из методов представления результатов анализа таких данных.

Более поздняя ступень развития связана с появлением быстро расширяющего потока данных, получаемых с помощью датчиков, установленных на орбитальных или геостационарных спутниках. Такие данные начали поступать с первых аппаратов серии LANDSAT в 1972 г.; ценность их состоит в том, что они сразу передаются в цифровой форме. Однако их необходимо дешифровать и сочетать с другими источниками данных, а также с исходными топографическими картами страны. Кроме того, с ними в острой форме связаны проблемы, характерные для обработки больших объёмов пространственно – локализованных данных.

Первая реально работающая ГИС, в современном понимании, появилась в начале 60-х, в Канаде. Она стала результатом осознанной потребности, когда политические деятели по-

няли её способность связывать различные виды информации и оштутили медлительность ручной обработки.

Осознание необходимости создания государственных интегрированных ГИС, особенно в связи с управлением природными ресурсами и мониторингом окружающей среды произошло к концу 80-х годов. К этому времени в Северной Америке было создано свыше тысячи ГИС и автоматических картографических систем регионального (субнационального) уровня. К 1990 их число увеличилось в четыре раза. Эти системы обычно разрабатывались совершенно независимо на различных машинах, при этом данные собирались на разных стандартах и анализировались с помощью доморощенного программного обеспечения. Это привело к образованию так называемого «цифрового хаоса», в котором невозможно реализовать весь потенциал ГИС, поскольку этими данными нельзя обмениваться, а большое число специалистов напрасно тратят свои усилия, независимо дублируя разработки по ГИС.

В нашей стране аналогичные исследования начались двумя десятилетиями позже и до сих пор работы зачастую связаны с адаптацией зарубежного опыта. Исторически ГИС развивались на базе информационно-поисковых систем и позднее – картографических банков данных.

В начале 70 –х годов появилось компьютерное картографирование: точки, линии и площадные объекты на карте были представлены множеством координат X, Y . Эти данные можно было выводить на плоттер в различных шкалах и проекциях. В это время внимание и усилия были сосредоточены собственно на карте и были заложены основы современной ГИС – технологии. Очевидным преимуществом компьютерной картографии была возможность выбирать участок на карте и быстро его перечерчивать. На внесение изменений в карту, которое до введения компьютерного картографирования занимало недели, требовалось всего несколько часов.

Десятилетие спустя появились системы управления пространственными базами данных. Они были созданы для того,

чтобы связать компьютерное картографирование и традиционные системы управления базами данных. В этих системах пользователь мог, указав любое место на карте, получить некую информацию. С другой стороны, пользователь мог задать ряд условий, например, условия о типе почвы и лесного покрова, и результат поиска был бы представлен в виде карты. Спрос на тематическую информацию заставил обратить внимание на проблему сбора данных. Результатом стала интегрированная среда – данные дистанционного зондирования, цифровая карта высот, карта дорог, карта растительности и все прочие карты мирно сосуществовали в рамках одной системы.

В это же время требования к точности, актуальности и соответствию данных стандартам резко возросли. Оборудование для дигитализации продолжало улучшаться – сканеры постепенно вытесняли ручные сколки. Развивался рынок картографической информации – формировалась новая индустрия. Повышались требования к стандартизации и совместимости между различными системами. Компьютерное картографирование стало серьёзным бизнесом. В СССР первой ласточкой геоинформатики стала научная конференция «Проблемы геоинформатики», проведённая в начале 80-х годов Тартуским университетом и эстонским географическим обществом. В 1985 г. эстонские географы организовали первую школу-семинар по геоинформатике на тему «Создание и функционирование географических информационных систем». Существенную роль в развитии теории и технологии автоматизированной картографии и геоинформатики сыграла Всесоюзная конференция «Автоматизация в тематической картографии», проведённая в МГУ в январе 1985 года [16].

Далее события нарастают как снежный ком.

Сейчас внимание в основном сосредоточено на аналитических операциях с картографической информацией. Ранние ГИС только автоматизировали технику ручного картографирования. Если географ вынужден был совмещать несколько карт, положив их на сильный источник света – ГИС пределе-

вала аналогичную процедуру. Или, если было необходимо вычислить расстояние между двумя точками на карте и для этого необходимы длительные рутинные вычисления – ГИС делала это. Современные ГИС развиваются по двум основным направлениям – это пространственная статистика и пространственное моделирование. Пространственная статистика используется геофизиками довольно длительное время для описания закономерностей распределения какого – либо явления. Например, толщины снежного покрова или выявления гравитационных, магнитных и др. аномалий. Пространственное моделирование, напротив, явление новое и быстро развивающееся. Одно из последних достижений в этой области – ГИС для конструирования виртуальных миров IMAGINE Virtual GIS фирмы ERDAS, Inc. Эта система обеспечивает 3D визуализацию географической информации. При желании можно совершить полёт над исследуемым регионом. Самое главное, что эта ГИС позволяет определять взаимное влияние между параметрами среды и факторами, на них действующими. Как сказал Steve Sperry, «вы можете построить и исследовать мир ваших данных». Этот мир можно изменять, что – то добавлять, а что – то убирать, и смотреть, что получится. В общем, система позволяет ответить на вопрос «а что, если...?»[16].

ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ГИС

Национальное географическое общество, Ассоциация Американских географов и ESRI объявили о **проведении первого ежегодного всемирного дня ГИС 19 ноября 1999 года**. Инициаторы проведения этого новаторского события хотели привлечь к нему внимание мировой общественности и широких масс ГИС пользователей всех стран. Основная идея дня ГИС заключалась в широкой просветительской деятельности каждого, кто имеет опыт и знания в этой области, во внедрении географического подхода в сознание людей, желательного, чтобы в этот день все пользователи ГИС технологий открыли

двери для учащихся, представителей бизнеса и всех желающих. Пригласили своих коллег и знакомых и рассказали им о возможностях и важности этой поразительной технологии, показали её воплощение в реальных приложениях и проектах[25].

ВЕХИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЭРЫ

- 1945 г. – Компьютер ENIAC открывает новую эру в информатике.
 - 1960 г. – Появление транзисторов и интегральных схем.
 - 1969 г. – Человек ступил на поверхность Луны.
 - 1971 г. – Выпуск первого микропроцессора компании Intel.
 - 1981 г. – IBM представляет первый персональный компьютер.
 - 1982 г. – Впервые используется мышь и графический пользовательский интерфейс.
 - 1984 г. – Запущен первый компьютер Macintosh.
 - 1985 г. – Персональный компьютер завоевал всеобщее признание.
 - 1990 г. – Внедрение архитектуры «клиент – сервер».
 - 1995 г. – Хранение и обработка пространственных данных в реляционных СУБД.
 - 2000 г. – Операции с пространственными данными включаются во все информационные системы.
- Далее прогнозируется:***
- 2005 г. – В компьютерных системах интегрируются пространство и время.
 - 2010 г. – Полная интеграция моделей виртуальной реальности и мультимедиа[39].

1.5. Обзор определений ГИС

В процессе своего развития ГИС фигурировали под разными названиями. Их именовали «геобазовыми информационными системами», «информационными системами исследования природных ресурсов», «системами геоданных», «пространственными информационными системами данных» и «территориальными информационными системами» [154].

М. Конечный, К Райс [137] а, также П.А. Барроу [122] предпочитают говорить о «географических информационных системах».

Часто в качестве синонима ГИС используется название «многоцелевой кадастр». Отдельные авторы употребляют синонимическое наименование «географические базовые информационные системы» [148]. Согласно Ж.Л. Клаппу [126] кадастр представляет собой «перечень характеристик той или иной территории, включающей как данные о природе, так и более широкие сведения». использование термина «многоцелевые территориальные геоинформационные системы» рекомендуется при составлении кадастров, а также при регистрации прочей информации о территории.

Появление ГИС закономерно, поскольку география – дисциплина, традиционно заинтересованная в наведении междисциплинарных мостов; поэтому один из элементов, присущих всем без исключения ГИС, - это локализация признаков в географическом пространстве. Отсюда представляется целесообразным закрепить наименование «географическая информационная система» в качестве стандартного [53].

Определений ГИС существуют великое множество. Так, Д.Ф. Марбл [143] и некоторые другие авторы, определяют ГИС просто как систему обработки пространственных данных. П.Ж. Коуэн [130] предлагает считать таковой «информационную систему, служащую для обработки географических и пространственных данных». По мнению М.Ф. Гудчайлд [133] «географические информационные системы – это комплекс-

ный блок компьютеров, предназначенных для ввода, хранения, анализа и вывода пространственно связанных данных». Согласно П.А. Барроу [122] «ГИС – это набор приёмов сбора, поиска, преобразований и отображения пространственных характеристик реального мира с вполне определёнными целями. Географические данные в ГИС – это не просто набор информации, это модель реального мира». Имеются и другие определения, данные такими учёными как Берри, Дарвине и Филд, Паркер, Дьюкер и др.

Близкие определения ГИС приведены в отечественной литературе. Так, А.М. Трофимов и М.В. Панасюк [102] пишут: «Под геоинформационной системой понимается реализованное с помощью автоматических средств (ЭВМ) хранилище системы знаний о территориальном аспекте взаимодействия природы и общества, а также программного обеспечения, моделирующего функции поиска, ввода, моделирования и др.». Несколько иначе выглядит трактовка ГИС у В.С. Тикунова [99], который характеризует их «как интерактивные системы, способные реализовать сбор, систематизацию, хранение, обработку, оценку, отображение и распространение данных, и как средство получения на их основе новой информации и знаний о пространственно – временных явлениях».

Обилие вариантов в определениях ГИС связаны, по – видимому, с частым смешением классификаций, терминологии, структур данных и конечных результатов, а главным источником трудностей создания типологии является то, что ГИС продолжают интенсивно развиваться.

На основе классического определения информационной системы: «Информационная система – это такая система, которая включает компоненты, предназначенная для сбора, передачи, хранения, обработки и выдачи информации о территории», М. Конечный и К. Райс [53] предлагают следующее **определение ГИС**: «Географическая информационная система представляет собой систему, включающую людей, технические, организационные средства и осуществляю-

шая отбор, хранение и обработку данных с целью получения информации, пригодной для дальнейшего использования в географических исследованиях и практических нуждах».

Приведённые определения ГИС достаточно характеризует её сущность. Во – первых, речь идёт о системе, т.е. достаточно сложной, многофункциональной структуре, обладающей внутренней организацией и действующей как единое целое. Во – вторых, подчёркивается информационное назначение этой системы, главной задачей которой является обеспечение функционирования информации в процессе решения научных и практических задач. В – третьих, система имеет дело с географической информацией, тематически разнообразной, сопоставимой, координированной, масштабированной и генерализованной в пространстве и времени.

1.6. Основные принципы географической информационной системы

Главные усилия в проектировании географических информационных систем сосредоточены в настоящее время на достижении технической эффективности. Фундаментальные принципы построения информационной системы согласно Н. Р. Хрисману [106] не могут быть просто выведены из правил геометрии или из теории компьютеров, поскольку они должны кроме того отражать и основные цели общества.

Некоторые фундаментальные принципы удается сформулировать при углубленном осмыслении той или иной информационной системы.

Существует острая необходимость обсудить именно фундаментальные принципы, поскольку они могут остаться непонятыми, если внимание будет сконцентрировано исключительно на технической специфике разработок.

Ряд последних симпозиумов по этой тематике выявил отсутствие фундаментальной теории ГИС и соответствующих направлений исследований [150, 145]. Область применения ГИС включает различные компоненты, как, например, прикладные знания или геостационарные спутники Земли, что выводит технологии в мир радостного хаоса открытий; она включает также некоторые древнейшие науки и отрасли знаний, такие, как геометрия и земельная съемка, зарождение которых уходит в глубь тысячелетий. Трудно изобрести какую-то новую геометрическую задачу для компьютерного дисплея, которая не была начертана на афинском песке еще три тысячи лет тому назад. Отдельные пробелы в теории геометрии были ликвидированы на протяжении XVIII и XIX столетий, когда крупные геометры разработали теорию, далеко выходящую за рамки ограниченных потребностей ГИС. Н.Р. Хрисман сосредотачивает внимание на тех принципах, которые могут оказаться полезными при обосновании выбора той или иной общей модели данных. Эти принципы, являются «фундаментальными» в том смысле, что они пытаются осветить глубинные вопросы, лежащие в основе сбора и обработки географической информации, и непосредственно относятся к проблеме «структуры данных», более хорошо известной, вероятно, как проблема соотношения «растр—вектор».

Достаточно рассмотреть три основные соперничающие модели: 1) растровую, 2) автоматизированного картографирования (АК) и 3) топологическую. Растровая модель представляет геометрические элементы как ячейки некоего целостного пространства. У растрового подхода много сторонников, однако большинство аргументов в его пользу основано [146] на технических соображениях. Обе «векторные» модели используют геометрию непрерывного пространства (модель Аристотеля и его последователей) для фиксации точек, линий и площадей. Модель АК распределяет первичные объекты по отдельным «слоям», без введения каких-либо дополнительных структур данных. Топологическая модель оперирует теми же

первичными объектами, учитывает при размещении в сети их взаимные связи.

Первоначально создание этих моделей диктовалось технологией. Разработка сетей ячеек была обусловлена удобством программирования, а выбор подходящего растрового пиксела определялся простотой аппаратуры, используемой в дистанционных исследованиях. Аналогично векторный подход позволяет преобразовывать сложные графики до поддающихся обработке примитивов. Некогда векторные устройства конкурировали с растровыми, но теперь технологический разрыв в сфере аппаратуры преодолен. Фактически все векторные устройства используют растровые дисплеи, включая новейшие печатные устройства лазерного типа. Однако в большинстве случаев определенные различия между растровым и векторным уровнями воспроизведения все еще сохраняются, что проявляется в факте существования концептуального разрыва.

Поскольку корни «полемики» уходят в эпистемологию, нет никакой надежды, что когда-нибудь удастся преодолеть эту проблему. Отсюда возникает необходимость поиска иного пути обоснования географических информационных систем с учетом перспектив человеческого общества, а затем продемонстрировать преимущества таких принципов при обсуждении моделей [128].

Иной подход состоит в создании теории, охватывающей проблему в целом.

Коммуникативная картографическая модель, претендующая на роль теории, была главным принципом научной картографии [149] в период становления ГИС. Коммуникативная модель пытается представить роль карты как средства визуальной коммуникации, несколько модифицируя при этом общую схему, представленную на рис.2.

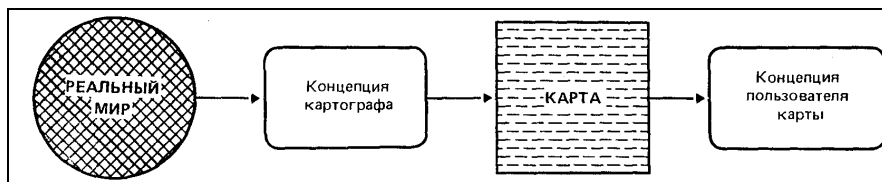


Рис. 2. Схематичное отображение модели картографической коммуникации.

Эта схема позволяет понять роль художника-картографа, подобного Эрвину Раису, создавшему особый стиль изображения ландшафтов и формирующих их процессов. Однако, за исключением этого редкого случая, данная модель оказывается малопригодной. Основная коммуникативная модель слишком мало помогает в понимании прикладной картографии даже тогда, когда речь идет о ручных приемах картосоставления. Ведь лишь немногие картографы способны контролировать создаваемую ими продукцию, а, как правило, это осуществляется на основе системы соглашений и стандартов, выработанных в течение многих столетий.

Картографическая модель не может служить адекватным средством для понимания современной геоинформационной системы. Карты — это канал визуальной коммуникации. Большинство коммуникативных моделей опирается на систему символов, значений и истолкований, которые в совокупности составляют комплекс, именуемый *культурой*. Поскольку коммуникативная модель отводит ключевую роль в передаче или получении информации индивидууму, система культуры как таковая остается вне истолкования. В терминах культуры трактовка пространственной информации связана с тем, что ученые (географы, картографы и т. д.) и управленцы разных рангов (налоговые законоведы, инспекторы и т. д.) формируют группы, которые в течение какого-то времени сохраняют свою идентичность. Людей, рекрутируемых в группу, тренируют в усвоении принятой там системы ценностей, поэтому, например, карты земельных угодий могут быть унифицированными

в пределах всей страны, хотя между местными организациями, осуществляющими картографирование, и нет прямых связей. Представление о том, как должна выглядеть карта, органически присуще отрасли науки в целом, оно остается неизменным независимо от того, кто конкретно составляет карту. Итак, личность картографа мало что значит с точки зрения контроля за сутью данных. Долговременная и передаваемая в процессе культурного общения структура разных отраслей знаний (дисциплин) важнее, чем особенности восприятия.



Рис. 3. Модифицированная коммуникационная модель.

В контексте ГИС коммуникативная модель должна быть модифицирована так, чтобы акцентировать культурную основу процесса передачи информации. Схема, показанная на рис. 3, содержит попытку показать последовательность процессов во времени. Хотя она и несколько сложнее обычной коммуникативной модели, но все же не дает полной картины сосуществования многих конкурирующих дисциплин и организаций. Важно уточнить само понятие культуры применительно к информационным системам. Хадсти [134], например, всесторонне рассматривает один аспект — культурную адаптацию гео-

графического сообщества. Однако для целей данной темы подобные теоретические нюансы не являются решающими.

Важно осмыслить первоначальную мотивировку отбора и систематизации пространственной информации. Существование тех или иных учреждений и отраслей знания в обществе не предопределено заранее. Ни одна научная дисциплина не имеет исключительного права на ГИС. Поэтому должны быть какие-то более значительные основания, которые внесли бы ясность в эту проблему.

Мандаты. Важная социальная функция сбора данных не обуславливается техническими соображениями. Создание карт собственности районирования и других муниципальных функций не исчерпывается приходно-расходным балансом. Так или иначе, выбор данных и их обработка выполняются в ответ на определённый социальный запрос, содержащийся в правовой или политической системе. При этом речь идет не о потоке данных, а о так называемых *мандатах*, рождающих этот поток. Мандат (в качестве такового может выступать закон, некие административные установления или просто существующая практика) обеспечивает выявление объектов интереса, предопределяет методы обработки и смысл использования информации. Указывая методы проведения социальных обследований, мандаты обеспечивают более глубокое обоснование в пользу отбора той или иной информации [106].

Мандаты, будучи официальными установлениями, выполняются людьми, действующими в рамках тех или иных организаций. В дополнение к внешним мандатам учреждения разрабатывают свои внутренние нормативы. Некоторые из них носят отраслевой характер и предназначены для лиц, имеющих общую образовательную основу и язык.

В этой связи немаловажным представляется вопрос о людях, входящих в ту или иную организацию, особенно в тех случаях, когда новая технология противоречит их системе ценностей. Как было указано на конференции AUTO-CARTO, 6 [120], необходимо создавать такие системы, задачи которых

выходили бы далеко за рамки простой технической эффективности. По мнению этого автора, главным является личное удовлетворение работников — аспект, требующий особого рассмотрения.

Хранители. Мандаты находятся в ведении тех организаций, которые их разрабатывают. Предпочитая свой способ хранения полученной информации, они идут на большой риск, поскольку сторонники технического совершенствования могут с легкостью (преследуя эгоцентрические цели) объявить их противниками прогресса. На этот вопрос можно посмотреть и иначе, если признать, что отдельные организации, благодаря мандатам, являются *хранителями* своей специфической информации. Не противореча прогрессу, модернизированная система может стать главным звеном в последовательности осуществляемых операций и обеспечить организации значительно лучший механизм для выполнения ее основных обязанностей.

Равенство и справедливость. В своем первом варианте обе концепции (мандаты и хранители) были рассмотрены как часть «Официального обоснования» для ГИС, представленного на конференцию AUTO-CARTO, 7 [129], но не были привязаны к основным социальным задачам. Н.Р. Хрисман ставит целью достижение такого баланса между инструкцией и интересами организаций в планировании баз данных, который гарантировал бы равноправие тех и других. Техническая эффективность в большинстве случаев измеряется соотношением выгоды/стоимости. В некоторых современных работах (по-видимому, в расчете на благоприятное общественное мнение) декларируются очень высокие коэффициенты, но надо сказать, что многие потенциальные проекты, претендующие на общественную поддержку, имеют благоприятное соотношение прибыль/расход. И дабы принять подлинно верное решение, следует полагаться на иные принципы, не касающиеся этого баланса. Известен ряд принципов повышения технической эффективности, однако для ГИС наибольшую значимость имеет

комплекс принципов, включающий понятия *равенства* и *справедливости*.

Если говорить об употреблении этих терминов в общественных науках, то обнаруживается очевидная разница их значений. Равенство имеет отношение к правам и другим общим представлениям, которые обеспечиваются всем гражданам в равной мере. Напротив, понятие «справедливость», как правило, носит менее абсолютный характер.

В области географических информационных систем определенные виды деятельности требуют строгого соблюдения принципов равенства. Права на доступ к информации должны быть универсальными, иначе ими слишком легко было бы злоупотреблять. Вместе с тем особую важность приобретает и проблема справедливости. Любая информационная система, которая имеет дело с собственностью, не может быть оценена лишь с точки зрения ее технических преимуществ, а должна рассматриваться с позиций ее вклада в принцип справедливости. При достижении автоматизированной системой полной расчетной производительности она, как правило, обеспечивает справедливый подход, который, однако, невозможно определить количественно в понятиях прибыли. При введении технологии ГИС на первом месте скорее оказывается справедливость, чем эффективность.

Осуществление принципов ГИС подразумевает соблюдение следующих правил:

1. Географическая информация должна формироваться и находиться в ведении тех социальных служб, которые обеспечивают долговременное финансирование (или длительное время участвуют в процессе), а не оказаться в данном случае в распоряжении каких-либо центральных органов. Контроль при этом осуществляется с помощью соответствующего *мандата*, который содержит определения, стандарты качества и другие характеристики.

2. Информационная система должна быть организована на основе децентрализованной модели, которая учитывает не-

зависимые мандаты всех заинтересованных организаций. Один из возможных подходов — признание какого-либо учреждения-участника *хранителем* всех без исключения элементов информационной сети.

3. Наконец, соблюдение принципа *справедливости* (беспристрастности) оказывается более важным условием, чем эффективность и соотношение прибыль/стоимость. Основной принцип построения географических информационных систем должен гарантировать полную справедливость тем, чьи интересы затрагивает используемая информация [106].

Выводы, касающиеся структур данных. Технические альтернативы для ГИС должны исходить из указанных принципов. Определенные технические решения, будучи эффективными, в случае их компьютерного исполнения, не обеспечивают эффективности использования системы и беспристрастных (справедливых) результатов анализа. При этом решающим представляется вопрос о базисном элементе анализа. Любая система произвольных элементов, идет ли речь о растровых пикселях, квадратомиических деревьях или ячейках карт, предопределяет особые технические условия на объекты, выделенные установленным законом мандатом. Общество не занимается распределением собственности по строкам и столбцам, дабы облегчить труд программистов, аналогичным образом и природные процессы не вмещаются в границы математически четких описаний. Вероятно, на нижних изолированных от пользователя уровнях программное обеспечение может прибегать к подобным техническим трюкам, однако все эти искусственные приемы не должны отрицательно сказываться на целостности определений, поскольку последние исходят из мандатов.

Определения, используемые в мандатах, по большей части пригодны для общей векторной модели точек, линий и площадей. Топология есть органическая часть многих систем. Сочетание глаз и мозга человека — его сознание — обычно находятся в таком тесном единстве, что малоинформирован-

ному индивиду трудно поверить, что система автоматизированного картографирования ничего не знает об этом взаимодействии.

Погоня за технической эффективностью не должна отвергать политические альтернативы без тщательного изучения политического процесса в целом. В истинном соревновании следует опираться на совершенствование автоматизированных систем, чтобы помочь достижению общественной справедливости и решению других социальных задач, которые всегда не совпадают с расчетами прибыль/расход.

Совершенно ясно, что будущее географических информационных систем в правильном определении места наших технических концернов в собственном смысле слова, так как многие другие серьезные проблемы заслуживают особого внимания. Такие технические объединения не должны выходить из подчинения социальным задачам, которые они призваны обслуживать.

1.7. Структура организации географической информационной системы

В разработке теории и практическом применении ГИС М. Конечный и К. Райс исходят из рекомендаций комиссии Международного географического союза, занимающейся ГИС (Комиссия по сбору и обработке географических данных) [152], и подразделяют ГИС на следующие подсистемы:

1. Подсистема управления.
2. Подсистема сбора данных.
3. Подсистема ввода и хранения данных.
4. Подсистема поиска и анализа данных.
5. Подсистема вывода информации.
6. Подсистема пользователя [53].

1.7.1. Подсистема управления

Организация и функционирование этой подсистемы тесно связаны с организацией и эксплуатацией всей географической информационной системы. Поэтому нельзя проектировать эту подсистему (и, вероятно, все остальные тоже) в отрыве от проекта системы в целом. Поскольку в настоящее время большинство географических информационных систем эксплуатируется на централизованных средствах вычислительной техники, то и управление этими системами также в большинстве случаев осуществляется централизованно.

В подсистему управления следует включать главным образом группу сотрудников-специалистов в области анализа и программирования и географов, которые в значительной степени должны принимать участие в работе по проектированию системы и ее эксплуатации.

Необходимо обратить внимание на часто упускаемый из виду вопрос организации бригад программистов, которые и обеспечивают в основном реализацию проекта и проведение испытаний информационной системы. Пренебрежение решением этой проблемы обычно влечет за собой целый ряд трудностей, особенно при рутинной эксплуатации информационной системы, и вынуждает пользователя (а одновременно и исполнителя) производить некоторые модификации системы, что приводит к удорожанию ее создания и эксплуатации.

1.7.1.1. Организация бригад программистов

Организация работы должна отвечать не только размерам поставленной задачи, но и возможностям участников работы; при этом следует помнить, что так называемый метод «монгольской орды» не может быть использован; иначе, говоря, каждому проекту, каждому этапу отвечает некоторое оптимальное число людей, с толком участвующих в работе. Пре-

вышение этого оптимального числа может быть лишь помехой.

Организация работы бригад по созданию программного обеспечения современных географических информационных систем должна исходить из следующих главных принципов:

1. Задание распределяется таким образом, чтобы над относительно самостоятельными его разделами работали небольшие группы людей.

2. Во главе проекта и каждой крупной группы стоит руководитель, который принимает участие во всех этапах реализации. Обычно у него есть заместитель, работающий с ним в течение всего периода реализации и являющийся соучастником всех решений; в случае необходимости он заменяет руководителя в решении вопросов, касающихся отдельных частей проекта.

3. Остальные члены бригады совместно действуют в качестве программистов (в решении подсистем) либо обеспечивают разного рода службы при компьютере в качестве составителя документации, контролёра, зав. библиотекой программ, секретаря, следят за выполнением проекта, а в случае необходимости исполняют обязанности системного аналитика, представителя заказчика и т. д.

В настоящее время можно встретить следующие основные способы организации бригад программистов:

Группа главного программиста. Организация работы программистов исходит из вышеупомянутых принципов. Во главе бригады стоит ведущий программист и его заместитель, затем идет группа программистов, занятых решением отдельных элементов задания, и группа сотрудников, выполняющих необходимые вспомогательные работы (например, секретарь, доверенный заказчик, дежурный программист и т. д.). Такого рода организация часто встречается во вневедомственных и отраслевых центрах. Преимущество такой организации заключается в ее гибкости, приспособляемости к возможностям чле-

нов группы и объему задания, а недостатком является ее сильная зависимость от главного программиста.

«Хирургическая бригада». Организация такой бригады может быть рекомендована, если в ней есть выдающийся по своим способностям программист. В этом случае бригада состоит из руководителя и «ассистентов», ведущих работы, требующие меньшей квалификации. Руководитель пишет программу, составляет проект, готовит документацию, но только в их общем, черновом варианте. «Ассистенты» осуществляют их доводку. Преимущества такой организации могут быть реализованы лишь при наличии высококвалифицированного программиста и достаточно высококвалифицированных «ассистентов», способных понимать своего лидера.

Бригада без формальной организации. Члены ее заранее информируются о предстоящей работе. Обычно это делает руководитель или его заместитель. Бригада, сохраняя свою целостность, решает поэтапно несколько проектов. При такой организации задания распределяются между отдельными программистами в зависимости от их квалификации. Трудности возникают при изменении структуры вычислительных центров, в которых работают отдельные члены бригады. В ведомственных подразделениях бригады без формальной организации создаются довольно часто, особенно в области исследования и создания специального программного обеспечения (как, например, в случае ГИС).

При выборе типа организации бригады предпочтение отдается наиболее простой организации, но обеспечивающей выполнение работ в срок. Очевидно, что это зависит не только от объема задачи и срока исполнения, но также и от способностей программистов, участвующих в работе. Группа отличных программистов может и при отсутствии формальной организации реализовать задание, которое в случае менее опытных программистов потребовало бы более сложной организационной структуры (а в отдельных случаях вообще не было бы выполнено). Соотношение квалификации отдельных членов бри-

гады влияет так на выбор типа организации бригады, создающей программное обеспечение ГИС. При наличии в бригаде нескольких способных программистов предпочтение скорее отдается бригаде с главным программистом во главе, что обеспечивает достаточный простор для творческой работы. Когда же ведущий программист обладает выдающимися способностями то, очевидно, его следует освободить от всякого рода вспомогательных работ и избрать тип организации, именуемой "хирургической бригадой". Оптимальной может оказаться организация по типу группы главного программиста, так как в большинстве случаев приходится работать с бригадой, созданной в рамках организационной структуры вычислительного центра. В такой ситуации необходимо предпочесть такое распределение задач, чтобы заинтересовать в работе всех членов бригады без исключения, с тем чтобы они не ощущали себя лишь вспомогательным персоналом. Активное участие квалифицированных программистов бывает также обусловлено наличием достаточной творческой свободы. В противном случае отмечается определенное расхолаживание (потеря интереса) и плохая работа программистов, а в экстремальных случаях даже попытки уйти из бригады. Предоставление возможности самостоятельной работы тесно связано со степенью проработки проекта и своевременным разделением задания на субзадания. В процессе работы проблема такого разделения становится узким местом проекта и собственно реализации ряда программных систем. Выбор оптимального числа участников решения задачи в наше время есть скорее вопрос опыта, нежели твердо установленных норм и методик. Сравнительно малым распространением пользуется разделение работы между ведущим программистом-«аналитиком» и программистом-помощником, когда первый пишет алгоритм (к проекту), а второй формулирует его на алгоритмическом языке и отрабатывает до окончательного вида.

Таким образом, во многих случаях вспомогательный программист (зачастую мало в чем уступающий по квалификации

ведущему) лишь переводит алгоритмы на язык программы. В таких случаях способности участников работы не реализуются полностью.

Как и всякая иная деятельность, программирование имеет свои характерные особенности. В фазе создания программного продукта требуется способность к абстрагированию, комбинированию, исследованию зависимостей и тщательность. Аналогичные качества необходимы и при написании программы, причем еще больший упор делается на тщательность, способность к комбинированию и исследованию связей на уровне программы. Отсюда проистекает значительное различие в продуктивности работы отдельных программистов, иногда достигающее соотношения 1:20 [138].

1.7.2. Подсистема сбора данных

При организации подсистемы сбора данных необходимо уяснить, с какими источниками и типом данных предстоит иметь дело в ГИС, каким образом они будут записаны и подготовлены для ввода в базу данных.

В большинстве случаев речь идет о данных буквенно-цифровых и графических, а в системах, которые предназначаются для обработки данных, полученных методами дистанционного зондирования, они чаще всего бывают представлены в цифровом виде.

Буквенно-цифровые данные извлекают из разнообразных документальных источников, в частности из статистических публикаций. Статистические данные иногда полностью удовлетворяют задачам исследования, но, если их отбор проводился по иным критериям, чем те, что предусматривает данное исследование, они могут и не отвечать требованиям последнего. Кроме того, статистические обзоры содержат, как правило, данные, относящиеся к весьма крупным территориальным делениям, тогда как для географических исследований часто требуются сведения, относящиеся к небольшим пространственным единицам. Агрегированные данные выполняют

лишь вспомогательную роль (зачастую иллюстративную) в сравнении со сведениями, извлеченными из других источников.

Графические данные в большинстве случаев связаны с картами, атласами и фотографиями. Карты и атласы — это важнейшие, но часто недооцениваемые источники как качественной, так и количественной информации.

Данные, получаемые дистанционными методами исследования Земли, в настоящее время считаются одним из наиболее многообещающих источников информации. Развитие дистанционных методов привело к возникновению самостоятельной отрасли исследований, представляющей с точки зрения ГИС один из важнейших способов получения информации. Дистанционные методы открывают возможность получения огромных объемов пространственных данных однако их эффективное использование зависит от оптимальности ГИС, с помощью которой эти данные будут преобразованы в соответствующую, пригодную для пользователя форму. Однако до настоящего времени большинство ГИС ориентировано на другие источники, что связано с трудностью фазы ввода данных, полученных дистанционными методами, в систему.

1.7.2.1. Типы географических данных

Существуют разные точки зрения на определение типов географических данных. По форме их представления данные можно подразделить на графические и числовые. С позиции основных аспектов географического исследования различают данные пространственные и временные. Несколько иное подразделение дается в работе Данжермона [131], где географические данные разделяются на те, что:

I) фиксируют или не фиксируют географическое положение или же

II) отвечают фактору времени.

Для удобства пользователей ГИС и формирования банка данных среди них выделяют:

1. Идентификационные, которые однозначно фиксируют координаты исследуемой территориальной единицы и могут определять последующие индикации.

2. Описательные, наиболее многочисленные и включающие обычно все тематические данные, относящиеся к территориальным единицам ГИС; как правило, они дают количественную характеристику исследуемых явлений.

3. Нормированные — заранее установленные. С их помощью оцениваются определенные явления и устанавливаются их границы (планирование урожая зерновых культур, прирост или уменьшение лесного фонда на определённой территории и т. п.).

4. Основные (фондовые), относительно стабильные, служащие для вывода идентификационных данных. Сюда входит наименование изучаемой области, значения средних высот над уровнем моря и т. д.

Границы между вышеприведенными категориями данных точно не установлены, но всегда должны быть соответствующим образом оформлены идентификационные и описательные данные, без которых невозможен какой бы то ни было учет объектов.

Применительно к ГИС существует еще одна классификация данных, а именно: 1) первичные данные, так называемые «сырые», еще не обработанные и хранящиеся в том виде, в каком они были получены 2) вторичные, уже прошедшие обработку, интерпретируемые, например с помощью компьютерных карт с соответствующей легендой.

Полученные и собранные данные систематизируют в соответствии со структурами данных в виде записей на информационных носителях, с которых они могут быть введены в ЭВМ.

1.7.3. Подсистема ввода и хранения данных

В отличие от данных, обработанных с помощью обычных информационных систем, географические данные обогащены информацией о положении, топологических связях и признаках отдельных объектов. Топологические и пространственные аспекты обработки данных резко отличают ГИС от других информационных систем. Совокупность всех географических данных может быть сведена к трем основным типологическим понятиям: точкам, линиям и плоскостям. Основное средство отображения в географии и картографии — это карта, представляющая их совокупность.

Ввод данных включает операции по кодированию данных и записи в базу данных. От безупречности построения базы данных зависит качество ГИС. В ГИС должны вводиться пространственные данные, дополнительные непространственные признаки и их совокупность [122]. Основным процессом, реализуемым при вводе данных, является цифрование.

1.7.3.1. Методы и средства цифрования

Цифрованием называется процесс преобразования аналоговых пространственных данных в цифровой вид. Согласно Колкинсу [127], этот процесс включает несколько задач, цель которых — кодирование локализующих индикаторов пространственных данных. В более узком смысле слова цифрование может рассматриваться как определение координат X и Y , определяющих положение точки, линии или плоскости, отображенных на одной или нескольких картах. В более широком смысле целью цифрования является формирование приемлемой (не содержащей ошибок и удобочитаемой для компьютера) совокупности данных, полученных из различных источников или из первичных («сырых») материалов,

Средства цифрования — цифрователи, используемые в картографии, могут быть подразделены на три группы: 1) настольные цифрователи с ручным обводом изображения; 2)

полуавтоматические системы прослеживания линии; 3) автоматизированные (сканеры).

Первая группа цифрователей снабжена курсорами, относительно положения которых фиксируется положение координат при обводе цифруемого изображения с записью результатов на магнитной ленте или другом носителе информации. Ручное цифрование сравнительно недорого, но отличается чрезвычайной медлительностью исполнения и наличием ошибок.

При полуавтоматизированном цифровании управление следованием линии курсором преобразуется с помощью компьютерного процесса. Установление курсора в исходной точке и ввод закодированных свойств осуществляется оператором. Результирующим эффектом является извлечение данных в векторной форме с закодированными характеристиками.

В третью группу входят сканирующие цифрователи, сконструированные в виде барабанных или шаровых сканеров. Данные получают в растровой модификации (матрицы оттенков серого цвета или матрицы цветовых кодов).

Для хранения информации в банке данных используют как векторные, растровые, так и иные структуры, о которых будет говориться дальше.

1.7.3.2. Организация структур данных

Говоря об организации структур данных, мы имеем в виду процесс их преобразования до компьютерного вида. От того, насколько организация структуры данных учитывает географическую реальность, проходящие в ней процессы и существующие соотношения свойств, зависит степень точности и верности моделирования этих явлений и процесс с помощью данной структуры. После перевода данных из аналогов формы в цифровую, их необходимо систематизировать так, чтобы они были доступны всестороннему и эффективному использованию и дальнейшей обработке. Географические и картографи-

ческие данные суть данные пространственные, для их организации могут быть использованы пространственные модели. Большая часть подходов предусматривает моделирование реальности и последующее введение моделей в памяти компьютера с помощью структур. Пеке [147] различает следующие типы моделей: векторные, растровые (мозаичные) и гибридные. Кайнц [136] говорит о двух видах моделей — векторных и мозаичных. В рамках векторных моделей он выделяет: тип «спагетти»; топологические гиперграфы; решетчатые.

Модели типа «спагетти» представляют собой координатные данные, организованные через цепочки координат без какой-либо структуры регистрации соотношений с реальными объектами. Одни и те же координаты (например, общая граница двух областей) могут быть учтены дважды.

В построении топологических моделей используют графическое представление карт как плоских графов. Плоскости, линии и точки изображаются гранями и узлами. Каждая грань ограничена начальным и конечным узлом, причем известно, какие области находятся слева, какие — справа. Теоретические основы покоятся на алгебраической топологии и теории графов. Сочетание теории графов и алгебраических топологий позволяет одновременно использовать тот и другой подход. Впервые топологическая модель была создана в США (Bureau of the Census GBF/DIME file). В большинстве своем современное математическое обеспечение ГИС базируется именно на топологических моделях.

Модели гиперграфовые согласно Ф. Буйе [123,124,125] основаны на комбинации графов и гиперграфов. Разработаны универсальные модели, предназначенные для комплексного отображения явлений, их аналитического исследования и последующих разнообразных преобразований. Ф. Буйе не ограничился техническими аспектами проблемы, но связал требования автоматизации с географическим понятием явлений. Основными элементами таких моделей являются шесть абстрактных типов данных: класс (порядок), класс признаков,

класс связей, объект, признак объекта, связи между объектами. Класс отвечает граням гиперграфа, сами объекты суть узлы. Каждый класс включает объекты, обладающие характерными признаками, в отличие от узлов, которые являются носителями признаков класса. При использовании подклассов вводится иерархия классов и объектов. Связи классов представляют потенциальные отношения между классами, между тем как связи объектов определяют реальные связи между объектами. Некоторые связи объектов могут комбинироваться в форме мультисвязей, отдельные классы (ряды) образуют гиперклассы, связанные гиперсвязями. Гиперграфовые модели используют как для координатных данных, так и в случае, если в качестве данных выступают признаки [139], однако в последнем случае их построение оказывается очень сложным.

Решетчатые модели [136] базируются на теории математических решеток с частично упорядоченными множествами. Решетчатые модели могут быть использованы во всех тех случаях, когда речь идет о бесструктурной иерархии свойств.

В мозаичных моделях двуразмерные сегменты пространства являются логическими единицами. Иногда используют название «полигональные ячеистые модели». Координатные данные оказываются включены в эти сегменты или же этими строительными блоками аппроксимированы. Мозаичные модели подразделяются на: правильно построенные (правильные) мозаики; неправильно построенные мозаики; вложенные (или иерархические) мозаики.

Правильные мозаики могут быть трех типов: квадраты, треугольники и шестиугольники. Наиболее важны и наиболее часто применяются квадраты, так как они легко могут быть представлены матрицами и структурами данных. Правильные мозаики встречаются при обработке данных (дистанционных) наблюдений и сканированных отображений.

К неправильным мозаикам относятся сети, состоящие из неправильных треугольников, и полигоны Тиссена. Первые используются для создания цифровых моделей из данного

множества высотных отметок [139, 140, 141], между тем как полигоны Тиссена или диаграммы Вороного позволяют вести исследования [121] и анализ смежности, близости и досягаемости от центров до границ полигонов.

Вложенные, или иерархические, мозаики базируются на неограниченных рекурсивно декомпозитивных правильных сетях. В результате рекурсивной декомпозиции треугольников получаются соответствующие деревья. Декомпозиция шестиугольников невозможна. Единицы с более высоким уровнем разрешения могут быть, однако, агрегированы с помощью аппроксимации к шестиугольной форме. Схемы адресования, для вложенной шестиугольной мозаики были разработаны Гибсоном и Льюисом [132], назвавшими их «генерализованными уравновешенными триадами».

Наибольшим вниманием пользуются прямоугольная или квадратная декомпозиция. Квадратомическое дерево является одной из наиболее широко известных и используется для плоскостей, линий и точек.

К вложенным структурам относятся структуры ленточно-древовидной формы. Сюда же включаются пирамидальные матрицы (каждая — 1/4 величины предшествующей) без явно-го межуровневого сопряжения в структуру древовидной формы.

Требования, предъявляемые пользователем к конкретным ГИС, характер заданий, имеющееся в распоряжении аппаратное и математическое обеспечение, а также ряд других факторов обуславливают выбор: соответствующей структуры, так что ни одна из вышеприведенных структур не может быть рекомендована в качестве универсальной. Для современной стадии развития исследований в этой области характерна конверсия структур, имеющая целью использовать все их преимущества и подавить негативные свойства. Так, при решении задач автоматизированной картографической генерализации с помощью ЭВМ, векторную структуру преобразуют в растровую (более простые алгоритмы, ускорение обработки, большая эффективность), а затем снова в векторную [142].

Более подробно и наглядно рассматривается структура данных в гл. 1.8.

1.7.4. Подсистема поиска и анализа данных

Она включает операции, производимые компьютером над географическими данными в информационной системе. К наиболее важным из операций принадлежат те, что обеспечивают выбор и внесение данных в память машины, а также все аналитические операции, которые, осуществляются при решении задачи. К наиболее типичным относятся: 1) поиск данных в памяти; 2) установление размерности отдельных исследуемых областей; 3) проведение логических операций над конкретными данными применительно к территориальным единицам исследуемой области; 4) статистические расчеты; 5) специальные математические расчеты в соответствии с требованиями пользователя.

Примечание 1. Поиск данных тесно связан с задачей организации данных в памяти компьютера. Выбор методов поиска данных поэтому также зависит от способов организации данных в памяти машины.

Примечание 2. Проблема установления размерности отдельных исследуемых областей с позиции пользователя решается значительно проще, чем с позиций программиста. Желая предоставить пользователю возможность легко изменять размеры исследуемых территориальных единиц, мы должны соответственно обеспечить возможность изменения числовых характеристик.

Примечание 3. Проведение логических операций над конкретными данными, относящимися к территориальным единицам исследуемой области, наиболее характерно для ГИС. Обычно это операции по логической дизъюнкции и конъюнкции.

Примечание 4. Статистические расчеты делаются доступными пользователю при использовании стандартных или

специально разработанных программ в соответствии с требованиями, предъявляемыми географами.

Примечание 5. Речь идет о создании конкретных географических моделей. Моделирование сложнейших географических задач на ЭВМ представляет для пользователей сложность и требует определенной (и относительно высокой) степени профессионализма, позволяющей правильно использовать существующий математический аппарат для решения конкретных географических проблем.

Как мы уже упоминали, информация, составляющая банк данных большинства ГИС, бывает представлена в виде точек, линий или плоскостей (и свойственных им признаков). Если пользователю безразлично, в какой форме — векторной или растровой — представлена информация, то, очевидно, что для быстроты операций следует сначала предпочесть первую, а затем снова обратиться ко второй структуре.

Если данные закодированы в векторной форме с перекрытием или использованием послышной структуры, то данные, собранные в одном слое, могут быть отысканы очень просто. Для географической базы данных эти методы малопригодны из-за значительного числа признаков, которыми может обладать каждый элемент. Кроме того, простая система слоев требует, чтобы данные были распределены слоями еще до введения их в память, при этом сама эта операция осуществляется вручную, что также не отвечает условиям крупной базы данных.

К альтернативным подходам может быть отнесен поиск данных с использованием законов булевой логики для признаков и пространственных характеристик.

При поиске данных, как правило, необходимо рекласифицировать и осуществить повторное преобразование таким образом, чтобы визуальное представление отражало новую структуру данных в приемлемом для пользователя виде. Так, если речь идет о векторном отображении полигонов, рекласификационный подход обеспечивает связь соседних полиго-

нов с одними и теми же обозначениями и характеристиками, стирание линий, которые их ранее разделяли, формирование новой полигональной сети.

Чаще всего пользователь предпочитает снимать данные с двух и более карт. Поэтому он должен иметь ГИС, обеспечивающую пересечение двух и более полигональных сетей, и возможность пользоваться булевской логикой в интерпретации конечного результата. Пересечение двух и более полигональных сетей с перекрытием (оверлеем) является специфическим случаем более широкого комплекса операций, которые могут быть использованы при анализе плоскостных (территориальных) данных. При использовании перекрытий предполагается, что для каждого пункта на карте может быть выделен новый признак как функция признаков на перекрытиях, которые уже введены в банк данных.

1.7.5. Подсистема вывода информации

Вывод данных есть операция по преобразованию результатов преобразований в форму, понятную пользователю, либо в такую, которая позволяет осуществить перевод данных в другую компьютерную систему. Одним из наиболее рациональных методов подготовки данных в рамках подсистемы вывода информации является математико-картографическое моделирование. Хотя этот метод пронизывает ГИС в целом, его роль в рассматриваемой подсистеме с точки зрения потребителя информации выступает особенно ярко. Разработкой математико-картографических моделей занимались Жуков, Сербенюк, Тикунов [155], Берлянт, Сербенюк, Тикунов [119], Тикунов [151], Вежник, Конечный, Тикунов [153], которые понимают под таковыми системное объединение математических и картографических моделей при составлении новых карт и расширении области их использования в исследовательских целях.

Как правило, ГИС обладают следующими возможностями для вывода данных. Это поэтапное изменение масштаба изображения в целом и отображение отдельных частей изучаемой территории. Эти операции во многих случаях выгодны, например, при контроле за цифрованием и при устранении погрешностей в сетях, а также при использовании ГИС применительно к более крупным территориям, когда существует необходимость «извлечения» части из более обширной территории. С теми же операциями связано изменение масштаба и проведение генерализации. Необходимо отметить, что в настоящее время вопрос автоматизированной картографической генерализации не решён и речь зачастую идет лишь о механическом увеличении или уменьшении. Кроме того, могут быть изменены цвета, модифицированы текстовой и линейный типы записи, цветовое оформление, размеры и т. п. Выгодны также трехмерные изображения.

Средства обеспечения вывода данных способны либо создавать мгновенные изображения на дисплеях, либо выдавать «твердые копии» на бумаге и других подходящих материалах.

Электронные устройства для вывода изображений — это либо дисплеи, либо графические терминалы—устройства, позволяющие получать стабильные копии, например графопостроители. Дисплеи и графопостроители различаются по способу воспроизведения изображения при помощи сканирующей растровой или векторной техники. Использование того или другого способа обычно (хотя и не обязательно) зависит от организации банка данных.

1.7.6. Подсистема пользователя

Эта подсистема является частью информационной системы и показателем совершенства и возможностей последней решать сложные задачи. Поэтому, особенно в 80-е гг., параллельно с развитием соответствующей вычислительной техники и совершенствованием сопутствующего периферийного обо-

рудования ей уделяется самое пристальное внимание. Подсистема пользователя в зависимости от вида деятельности может представлять в нескольких формах: 1) задачи предлагает потребитель, разрабатывают их операторы ГИС, а результаты передаются без участия заказчика; 2) решение задач осуществляется при частичном участии заказчика в виде экспертной работы специалиста в области ГИС; 3) пользователь способен реализовать решение, работая с ГИС самостоятельно; взаимодействие обеспечивается с помощью терминала или через носители информации.

В настоящее время предпочтение отдается последнему из перечисленных подходов. Современные ГИС используют один или несколько способов передачи команд человеком. Наиболее простым представляется выбор команд посредством так называемого «меню» или перечня команд. Диалог осуществляется с помощью терминала, и потребитель может проводить отбор команд, пользуясь цифровыми или буквенными обозначениями или с помощью кнопок курсора на клавиатуре. Другая возможность заключается в том, что курсор может быть управляем «мышью» на дисплее и числовой таблицей, световым пером или трэк-боллом (шаром трассировки). Запись команд производится на естественном языке.

Иерархические «меню» выгодны для неопытного пользователя ГИС и тех, кому запоминать все возможные команды и их функции не обязательно. Более опытные и умелые пользователи систем отдают предпочтение управлению ГИС с помощью языковых интерпретаторов команд или контролирующих языковых интерпретаторов (CLI). Использование их основано на том, что команды, пригодные для запуска, выполнения и модификации программ, могут быть записаны на соответствующем естественном языке (английском, русском и т. д.) способом, понятным как пользователю, так и компьютеру. Используемый в этом случае язык должен иметь строгие грамматические нормы и синтаксис, чтобы не возникало двойных толкований.

При наличии нескольких возможностей пользователь может испытывать затруднения в их выборе при решении той или иной задачи. Поэтому, особенно в тех случаях, когда пользователь точно не указывает своих требований (посредством «меню» или с помощью CLI), в программе используются сенсительные неявные стандартные значения параметров.

Но и от самого искушенного пользователя не приходится ожидать полного знания всего комплекса системы. Поэтому она должна быть хорошо документирована с тем, чтобы была обеспечена возможность — в случае возникновения тех или иных трудностей — воспользоваться соответствующим справочным аппаратом («библиотекой»). Однако, как показывает зарубежный опыт, такой подход мало популярен у пользователей. Поэтому в ГИС всегда включают вспомогательные разделы (помощь), которые могут быть интерактивно вызываемы. Они должны быть оформлены таким образом, чтобы пользователь мог избежать при решении своих задач большинства трудностей. Но поскольку на справочный аппарат, особенно в случае небольших систем, расходуется программное и дискетное пространство магнитных носителей, необходимо привлечь во внимание и экономическую сторону вопроса.

1.8. Организация данных в ГИС

Современные информационные системы, как правило, являются цифровыми и создаются с использованием специального программного обеспечения, называемого системами управления базами данных (СУБД), а сами упорядоченные массивы данных, организованные с помощью СУБД, называют базами данных.

База данных цифровой карты включает два варианта информации: пространственную (местоположение объекта) и семантическую (атрибутивную), описывающую свойства объекта. Данные хранятся компьютером в виде наборов файлов, со-

держащих либо пространственную, либо описательную информацию об объекте карты.

Карта – это двумерное изображение нашей трёхмерной реальности. Карты находят применение уже многие века. Растущая значимость цифровых географических информационных систем привела к необходимости изучения способов хранения карт в памяти компьютера. Основная проблема здесь – найти удачные цифровые представления пространственных и атрибутивных данных. На рис. 4 представлены концептуальные элементы географической информационной системы.

Что такое пространственные данные? Это информация, связанная с местом ее нахождения, например, население города или тот, кто проживает по указанному адресу. Во многих случаях наиболее сложной частью постановки данных в ГИС является их соотношение с местом - этот процесс известен как **геокодирование**. В определенном наборе данных должен



Рис. 4. Концептуальные элементы географической информационной системы [131, 135].

существовать элемент, определяющий его положение. В идеальном случае — это могут быть координаты на карте, но это может быть как почтовый код, так и адрес. Этот элемент, определяющий место, известен как его **геокод** [116].

Сами наборы данных могут быть разделены на относящиеся к людям — социально-экономические и на относящиеся к окружающей среде.

Социально-экономические данные. Эти данные широко доступны как от национального, так и от местного правительства и обычно являются продуктом проведения демографических исследований или переписи населения. Эти данные используются коммерческими организациями, которые объединяют их с другими данными, определяющими классификацию областей для маркетинговых исследований. Эта способность распознавания отдельных рынков на основе географических данных известна как **геодемография**, и она является одной из самых быстрорастущих областей применения ГИС.

Пространственные данные. Сбор и анализ информации об окружающей среде был одной из движущих сил развития ГИС и продолжает оставаться важной областью применения. Данные об окружающей среде часто имеют тенденцию к наращиванию и требуют соответствующего управления. Источниками данных об окружающей среде, как правило, служат существующие топографические и тематические карты (геологические, почвенные и т.п.), а также данные дистанционного зондирования Земли.

Данные об окружающей среде часто включают границы, например, между типами вегетации, которые весьма неопределенны и не могут быть обозначены простой линией. В противоположность им, социально-экономическим данным соответствуют отчетливые искусственные административные границы.

Реальность слишком сложна даже для самого гибкого программного обеспечения ГИС, поэтому для ее представле-

ния в пространственной базе данных необходимы некоторые упрощения. Эти упрощения и допущения известны как представление **модели данных**. В этом представлении данных реальность упрощенно описывается тремя элементами, с помощью которых может быть описан реальный мир. Этими элементами являются: **точка, линия, полигон**. В приложении ГИС для телекоммуникаций, например, точка может означать соединительный узел, линия может означать секцию кабеля, полигон может означать поверхность земли, через которую проложен кабель.

К пространственным данным присоединяются атрибутивные (описательные) данные такие, как тип кабеля, адрес здания или высота отдельных точек. Объединение пространственных и атрибутивных данных является одной из ключевых концепций ГИС. На рис.5. представлена традиционная структура данных ГИС [107].

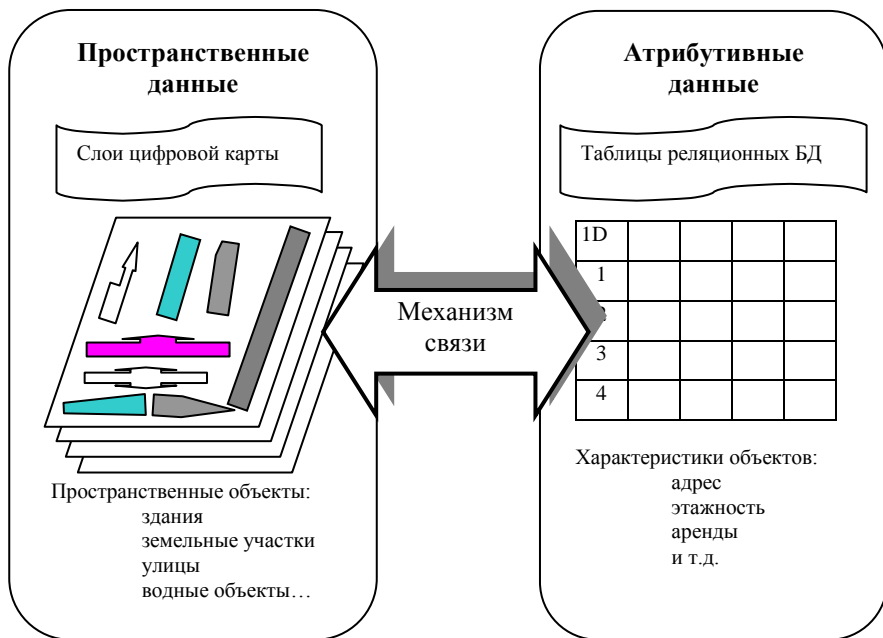


Рис. 5. Традиционная структура данных.

Пространственные и атрибутивные данные хранятся с использованием определенных типов их представления для программного обеспечения ГИС и важно понять их характеристики. Поскольку модели представления данных влияют на функциональные характеристики ГИС. Представления пространственных данных существуют в следующей форме: 1) *векторное*, 2) *растровое*.

Векторное представление данных проще понять на примере операций типа «соедини точки», которые мы делали в детстве. Форма или образ объекта представлены точками, помещенными в места, где эта форма меняется. Точки соединяются прямыми линиями. В векторном представлении данных точки являются вершинами. Каждая вершина соединяется с прямой линией, известной как сегмент или дуга. В точке соединения сегментов вершина называется узлом. Набор сегмен-

тов вокруг одного узла образует область, полигон или площадь (рис. 6).

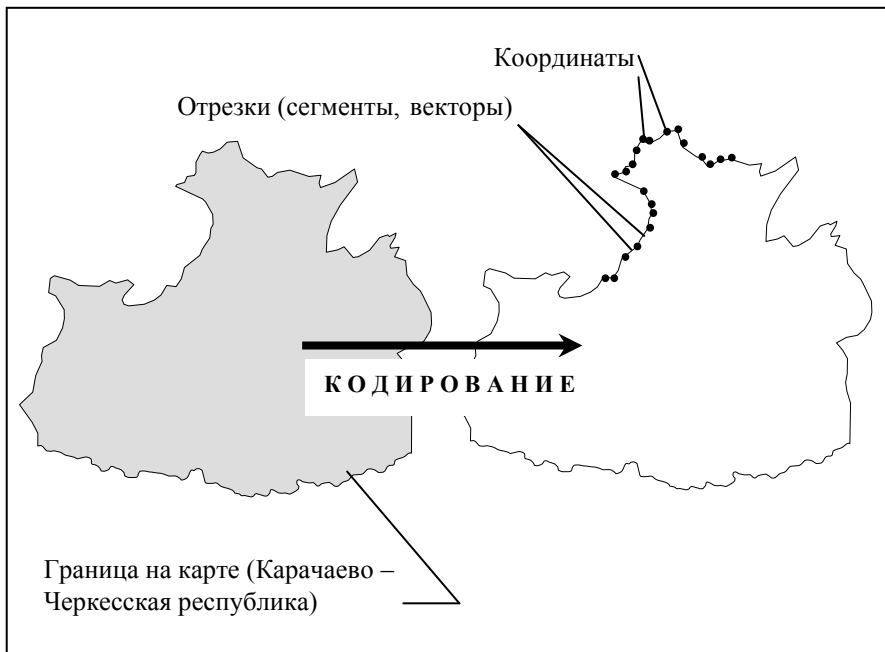


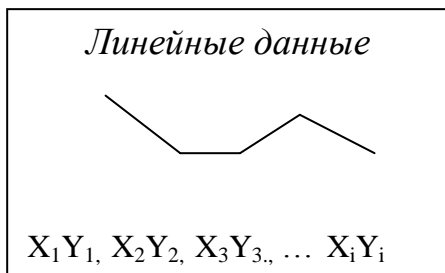
Рис. 6. Полигонный подход к представлению данных

При векторном представлении картографическая информация содержит объекты, примитивы которых на карте изображаются в виде **точки, линии и полигона**. Под примитивом здесь понимается набор данных, несущий информацию о форме объекта и его местоположении.



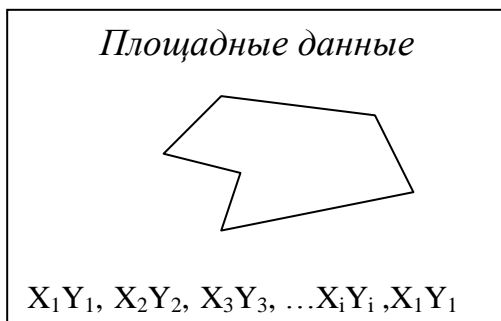
ТОЧКА - объект, представленный парой координат XУ и не имеющий размеров. Используется для представления в системе точечных объектов, т.е. объектов, линейными размерами и

формой которых можно пренебречь (например, небольшие населенные пункты, отметки высот, на плане города- фонарь, столб и т.д.).



ЛИНИЯ (дуга, сегмент) - объект, представленный набором пар координат, имеющий одну размерность – длину. Линия состоит из множества вершин, соединенных отрезками прямых. Используется для обозначения

линейных объектов, т.е. объектов, поперечными размерами которых можно пренебречь (например, реки, автомобильные и железные дороги, горизонтالي рельефа, линии прокладки кабелей и т.д.).



ПОЛИГОН (площадь) - это объект, представленный набором пар координат (или набором объектов типа линия) представляющий собой замкнутый контур. Пересечение отрезков как в пределах одного контура, так и принадлежащих различным контурам одного объекта не допускается. Используется для обозначения

площадных объектов таких как населённые пункты на достаточно крупномасштабных картах, озера, леса земельные участки, сооружения и др. явления и процессы (природные, техногенные, социальные).

Таким образом, набор данных, отражающий пространственную информацию об объекте, определяется координатами его вершин и типом примитива (точка, линия, полигон).

Объекты векторного слоя в геоинформационной системе являются топологически независимыми, то есть изменение пространственных данных одного объекта слоя, не влияет на данные других объектов. Такая организация векторного слоя делает его наиболее универсальным. Для работы с графическими объектами с общими границами (например, являющимися единицами административного деления), предусмотрены специальные средства - копирование участков контура объекта.

Одним из принципов организации пространственной информации является послойный принцип (рис. 7.). Суть его заключается в том, что многообразная информация о территории организуется в виде серии тематических слоев, отвечающим конкретным задачам. Каждый слой может содержать информацию, относящуюся только к одной или нескольким темам. Например, для создания административной карты Карачаево - Черкесской республики, необходимо совместить несколько слоёв: границы районов, реки, населённые пункты и дороги.

Растровое представление данных. При растровом представлении картографическая информация изображается в виде мозаичного рисунка (изображения), ячейкой которого является элемент регулярной прямоугольной сетки (на экране монитора это **пиксел**). Иногда такие изображения называют «**пиксельными**». Получают такое изображение в результате сканирования карты, имеющую любую нагрузку, любое содержание рядами параллельных строк, как на телевизионном экране. Причём каждое пятно или элемент изображения вдоль строки описываются числами, представляющими их плотность в каждом из трёх основных цветов, а положение определяется координатами. Такая технология - **растровая**, хотя её можно использовать для цифрования карт и планов, в случае обычных штриховых карт порождает большие объёмы пустых данных, которые затем приходится исключать. **Пиксел** – это элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиение на доли

неделимые элементы – метки или точки растра). И так характеризуется пиксел прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения.

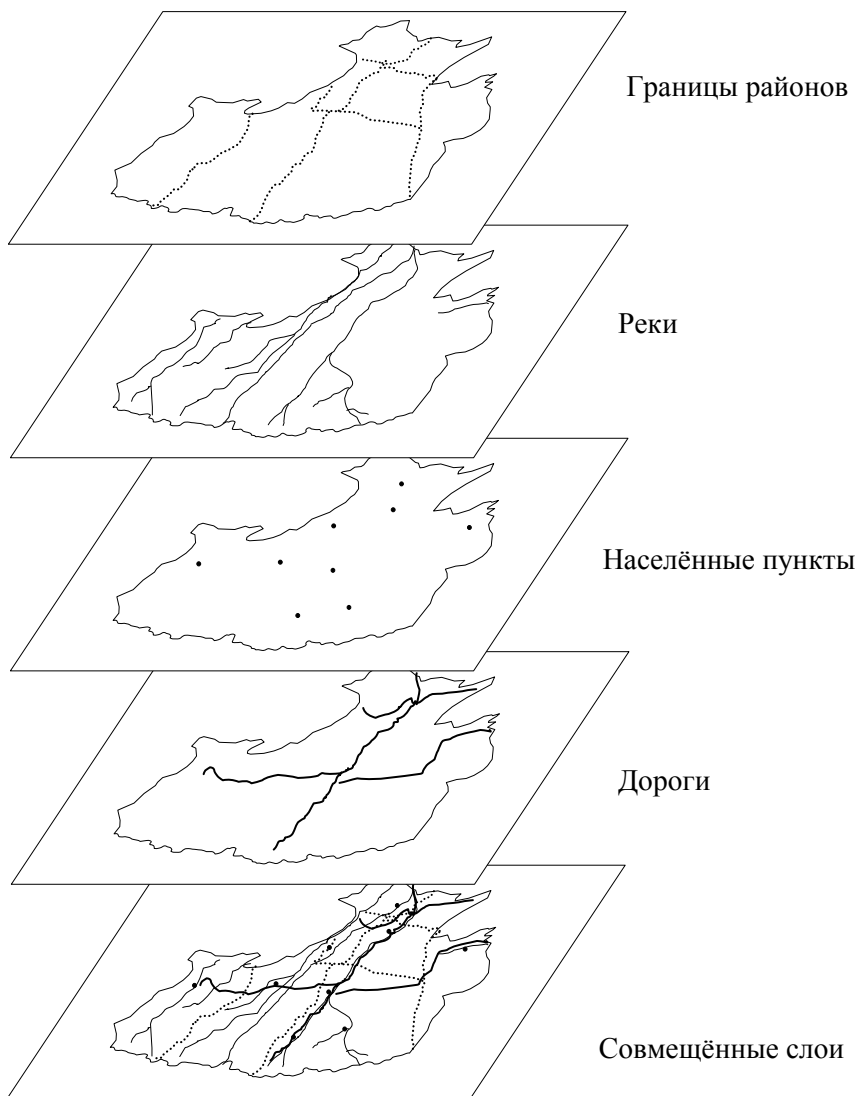


Рис. 7. Тематические слои административной карты Карачаево – Черкесской республики.

Существуют способы и технологии перехода от одних представлений моделей к другим, например, векторно – растровое или растрово – векторное преобразование. На рис.8 представлено сравнение сеточного (растрового) и полигонного (векторного) подходов к представлению данных.

Внутрисистемные средства обработки растровых карт позволяют проводить следующие операции:

- Географическая привязка рисунка с его масштабированием;
- Преобразование карты из одной проекции в другую;
- Исправление искажений и случайного поворота карт;
- Сшивка растровых карт представленных в разных проекциях с использованием координатной привязки фрагментов;
- Перспективное (дробно-линейное) преобразование.

Картографическая информация в растровом представлении может быть визуализирована средствами системы на экран компьютера или при выводе на твердый носитель в качестве слоя совместно с векторными слоями. В этом случае растровый слой может использоваться в качестве подложки при векторизации, т.е. при вводе информации в векторную базу данных с экрана при помощи "мыши". Преобразованные карты, с исправленными искажениями, поворотами, масштабами, сшитыми из отдельных фрагментов участками могут служить различными графическими приложениями. При этом никаких операций по экспорту не требуется из-за того, что в ГИС используется стандартный для Windows формат .bmp.

Сканирование или оцифрование? Данные с карты могут быть введены в компьютер либо путем поочередной оцифровки каждого объекта, либо путем сканирования всего листа карты электронным сканером. **Оцифровка** —это процесс преобразования пространственных объектов карты в цифровой формат. **Векторизация** (растрово-векторное преобразование) — процесс получения данных в векторном формате путем обработки изображения, представленного в растровом виде.

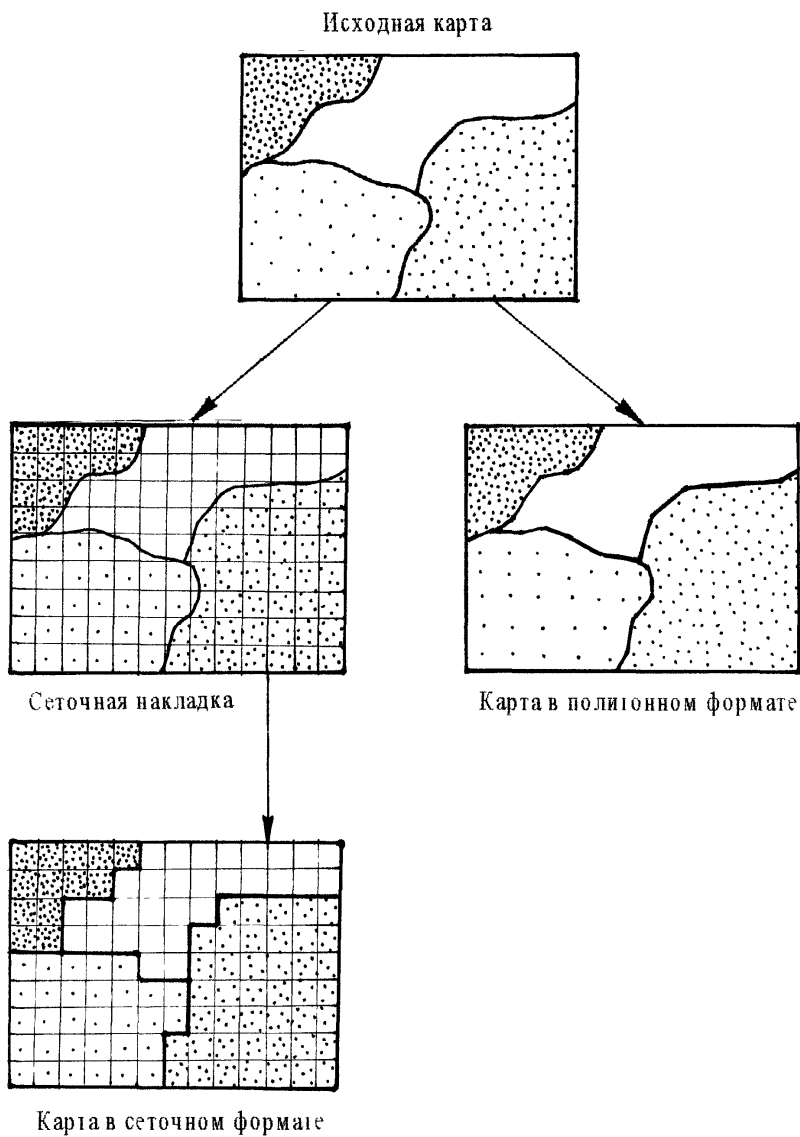


Рис. 8. Сравнение сеточного (растрового) и полигонного (векторного) подходов к представлению данных

Под термином «векторизация» подразумевается процесс получения векторной информации при помощи дигитайзера. **Дигитализация** — процесс получения данных в векторном формате с использованием дигитайзерных технологий. **Сканирование** — процесс перевода изображения (карты, снимки и т.д.) в растровый формат при помощи сканера. Сканирование является достаточно быстрым и простым процессом, но полученные растровые образы не имеют характеристик, необходимых для ГИС и основанных на векторном представлении. Кроме того, требуется достаточно высокая квалификация оператора и средства сжатия для приведения файлов к управляемым размерам. Векторизация полученных образов может быть проведена автоматически или полуавтоматически для получения необходимых векторных файлов[75].

Векторизация имеет преимущества в применении недорогого оборудования. Однако для получения хороших результатов необходим обученный и опытный оператор, особенно для слабо различимых оригиналов. Это также достаточно трудоемкий и длительный, следовательно, и дорогой процесс.

Другие возможности, такие как растрово-векторные преобразования и распознавание образов мы не будем рассматривать, поскольку они находятся по производительности и стоимости между первыми, последний же (распознавание образов) — дорог и редко используется. В то время как сканирование и оцифрование предназначено для основного объема преобразуемых данных, то для текстовых документов и даже для видео изображений существуют специальные средства для ввода материалов из других источников. Диапазон этих программ очень широк — от ввода с клавиатуры геодезических координат до средств совмещения аэрофотографий с базовыми картами. Данные фотограмметрии, дистанционного зондирования и данные от САД систем дополняют источники информации.

Ввод данных в пространственную базу данных или создание базы данных может также осуществляться с цифровых геодезических приборов, приемников глобальной спутниковой

системы позиционирования непосредственно в ГИС. Атрибутивные характеристики объектов могут вводиться клавиатурой компьютера с полевого прибора.

Данные дистанционного зондирования аэросъемок и космических наземных фототеодолитных съемок, записанные в цифровом виде, также могут быть введены в компьютер, минуя бумажную стадию при подготовке данных в ГИС.

Выбор структуры данных, которые вы можете использовать в каком-либо приложении, в какой-то степени достаточно произволен, так как программное обеспечение ГИС поддерживает или то, или иное представление. Структура данных в большей степени зависит от логического назначения ваших данных и приемлемых форматов, которыми может управлять ваша система.

В любом случае, после выбора структуры нужно преобразовать уже имеющиеся данные в формат, используемый ГИС. Преобразование данных в цифровую форму является очень трудоемким процессом, и его стоимость может достигать 80% от стоимости всей системы. Необходимо планировать время для преобразования и выверки информации.

Основной и наиболее трудоемкой частью выполнения любого проекта ГИС является сбор необходимых данных.

Технология обработки информации в ГИС основана на компьютерном внутри машинном представлении фактографической и картографической информации. В системе используется представление описательной и количественной информации в виде атрибутивных реляционных баз данных и картографической информации в виде растровых и векторных слоев. Имеются инструменты для преобразования ее из одного вида в другой.

Каждое из вышеперечисленных представлений информации в системе имеет свой программно-математический аппарат для решения задач, свою систему управления данными и свои способы визуализации. Технология не является односторонней, ориентированной на конкретную методику. Дви-

жение информации разнонаправленное и ветвящееся. Именно с этой точки зрения эту технологию можно рассматривать как инструмент, пригодный для решения задачи по различным методикам с использованием различных исходных данных и различных методов.

Конечным этапом обработки информации для некоторых исследователей может быть этап выведения на бумажные носители отчетов и карт, но уже в настоящее время для принятия решений по результатам оценки могут служить отчеты и карты, визуализированные с помощью экранов компьютера. Изобразительных средств, способов навигации, методов поиска и фильтрации информации при компьютерном способе визуализации гораздо больше, чем при "бумажном".

Атрибутивная информация. Атрибутивная (фактографическая) информация характеризует свойства объекта с помощью чисел, текстов и других символьных выражений. Набор данных, представляющий атрибутивную часть будем называть атрибутами (реквизитами) объекта. Атрибутивная информация хранится в виде реляционной таблицы в формате DBF, каждая строка которой соответствует одному объекту. Каждая реляционная таблица хранится в отдельном файле базы данных (рис. 9). Описательная информация в атрибутивных базах данных имеет вид таблицы "объект - свойство".

Очевидна различная природа пространственных и атрибутивных данных. Соответственно и различны методы манипулирования (хранения, ввода, редактирования, поиска и анализа) для этих двух составляющих геоинформационной системы.

Одна из основных идей, воплощённая в традиционных ГИС – это сохранение связи между пространственными и атрибутивными данными, при раздельном их хранении и, частично, раздельной обработке. На рис. 9 приведён пример связи между пространственными и атрибутивными данными. Записи в таблице, хранящей характеристики объектов, имеют в своём составе поле идентификатора объекта. В свою очередь,

объекты на карте также проидентифцированы. Таким образом,

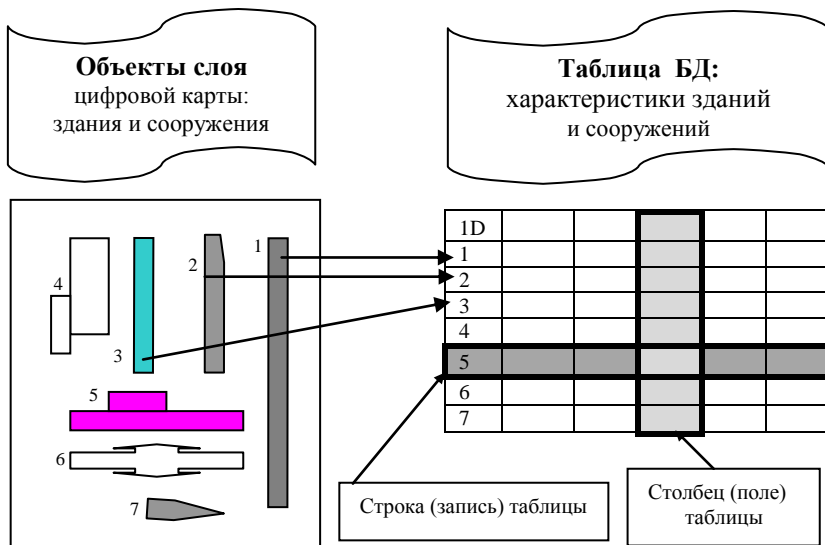


Рис. 9. Механизм связи пространственных и атрибутивных данных.

осуществляется однозначная связь между пространственной сущностью объекта на карте и информацией о нём из БД.

Одна из важнейших функций, осуществляемых этим механизмом это выдача ответа на запросы пользователя:

Какая информация есть на объекте (объектах), который я вижу на карте? Например, как называется этот населённый пункт, какова его площадь, состав населения и др.?

Где находятся объекты с определёнными характеристиками?

Комбинируя такого рода запросы и запросы на принадлежность, соседство, пересечение объектов можно удовлетворить любые информационно – поисковые нужды в любой сфере применения ГИС.

1.9. Области применения ГИС

Пространственная географическая информация - весьма ценный продукт и товар в наше перегруженное информацией время. Кто владеет ею, тот владеет ситуацией и имеет шансы избежать ошибок при принятии политических, экономических, экологических решений, улаживания конфликтов, реализации долгосрочных проектов и т.д.

Географические информационные системы получили сегодня в мире самое широкое применение. С их помощью инвентаризуют природные и трудовые ресурсы, оптимизируют сети здравоохранения и обслуживания населения, развитие городов, проектируют трассы нефтепроводов и транспортные магистрали, разрабатывают экологические мероприятия и анализируют результаты выборов, решают многие научные и практические задачи. Именно в этом и состоит главное назначение ГИС – представлять пользователям достоверную и обработанную информацию для решения управленческих и аналитических задач, или, как выражаются специалисты, "обеспечивать компьютерную поддержку принятия решений".

О значении ГИС в жизни современного общества можно судить по тому вниманию, которое уделяется им на государственном уровне во всех странах. Во многих из них созданы специальные информационные центры и сотни ГИС самого разного назначения: земельные, кадастровые, муниципальные, ресурсные, экологические, океанологические, навигационные и т. п. Даже слабо развитые страны не скупятся на финансирование индустрии ГИС.

Рассмотрим некоторые области применения ГИС.

Картография. Картографические изображения (компьютерные карты, трёхмерные модели, дисплейфильмы и т.п.) – это наиболее удобная и целесообразная форма представления информации пользователям, а автоматическое изготовление карт – одно из функций ГИС.

Конвергенция картографии и геоинформатики обоюдо-выгодна: с одной стороны, ГИС опирается на картографические данные, а с другой – служит базой для автоматизированного картографирования. В результате картография приобретает новую ценность, поскольку в современном мире вряд ли отыщется сфера деятельности, безразличная к организованной информации [75].

Рассматривая карту как инструмент для географического анализа и выделяя подсистему пользователя, ГИС стали охватывать область использования карт. Большинство ГИС, а их в мире сейчас тысячи, включают в свои задачи создание карт или используют картографические материалы как источник информации. Более подробно о геоинформационном картографировании изложено в гл. 2.

Окружающая среда. Наиболее ранними пользователями ГИС были организации, заинтересованные в охране окружающей среды. На простейшем уровне ГИС используется для исследования состояния окружающей среды. Например, расположение и состояние лесов. Более сложные приложения используют аналитические возможности ГИС для моделирования процессов в окружающей среде, таких как эрозия почв или разлив рек в случае большого количества осадков. После сбора данных об областях производится их аналитическая обработка. В этой области доминируют растровые системы.

Розничная торговля. Расположение большинства новых супермаркетов за пределами центра города выбирается с помощью ГИС. ГИС используется для хранения социально – экономических деталей обстановки и потенциальных заказчиков в данной области. Расположение склада и зона обслуживания могут быть разработаны с помощью вычислений времени доставки и моделирования конкурирующих складов. ГИС используется также и для управления поставками.

Коммунальное хозяйство. Структуры обеспечивающие коммунальные услуги, являются наиболее активными пользователями ГИС. ГИС используется для построения базы данных

об основных средствах (трубопроводы, кабели, насосы, распределительные станции т.п.), которая является центральной частью в их стратегии информационной технологии.

Обычно в этом секторе доминируют векторные данные, широко используется моделирование в ответ на различные отклонения от нормы. Наибольшее применение в этой области находят системы автоматизации картографирования (АК) и управления основными средствами (УОС). Функции АК/УОС используются для поддержки «внешнего планирования», в организации такого как прокладка кабелей, расположение задвижек, щитов обслуживания и др. Эти приложения требуют минутной точности на крупномасштабной карте в цифровой форме.

Местные организации. Местные организации являются одной из крупнейших областей приложений ГИС, благодаря тому, что они являются крупнейшими пользователями пространственной информацией. Любая область деятельности местной администрации может получить выгоды от ГИС, которая используется для обследования земель, контроля за управлением ими, для замены существующих бумажных записей.

Местные власти могут использовать ГИС для поддержки состояния собственности (недвижимости) и дорожных магистралей. ГИС можно использовать на командных пунктах управления центров по мониторингу и в службах быстрого реагирования.

Здравоохранение. В дополнение к обычно используемым задачам управления основными средствами, аналитические возможности ГИС можно использовать в приложениях охраны здоровья, так, например, для определения кратчайшего пути от станции скорой помощи до пациента с учётом текущей ситуации на дорогах. ГИС можно использовать при анализе эпидемиологических ситуаций: характера распространения различных заболеваний и причин их возникновения.

Транспорт. ГИС имеют огромный потенциал для приложений на транспорте. Планирование и поддержка транспортной инфраструктуры – это очевидная область применения, в настоящее время увеличивается интерес к использованию новых технологий, например, навигационных, для контроля за движением большегрузных автомобилей, железнодорожных составов, самолётов. Отображение их места нахождения на цифровой карте на дисплее в кабине водителя, машиниста, пилота и в центре управления перевозками требует поддержки со стороны ГИС.

Финансовые услуги. ГИС используются в секторе финансовых услуг так же, как и в приложениях для розничной торговли. Они применяются для определения расположения филиалов банков и зданий обществ. Расширяется возможность применения ГИС в качестве инструмента для оценки риска вложений средств в недвижимость и для целей страхования, для определения областей высшего/ низшего риска. Это требует баз данных о криминальной обстановке, экономике, геологии, а также о характеристиках недвижимости [75].

Примеры использования ГИС

1.9.1. Сохранение морской черепахи в Турции с помощью ArcView GIS

(По заметке Мактав Д., Сунар Ф. в ARC News, Vol. 20. – No 4.
//ARC REVIEW. – 1998. – №2(9). – С.12.)

Морские черепахи живут на нашей планете в течение миллионов лет. У средиземноморского побережья Турции обитают две их разновидности: длинноголовая (*Caretta caretta*) и зеленая (*Chelonia mydas*). В последнее время все известные места обитания этих черепах подвержены серьезной угрозе. В первую очередь это связано с развитием туризма, загрязнением моря и песка, изъятием гальки, а также с морским судоходством. Рекомендации по предотвращению этих неблагоприятных воздействий включают: подготовку планов по управлению прибрежной зоной турецкого Средиземноморья, создание сети природных резерватов, включающих 17 наиболее важных для жизни черепах пляжей, проведение программы долгосроч-

ного мониторинга за численностью черепах и воздействующими на них условиями среды обитания, исключение искусственного освещения пляжей, на которых гнездятся черепахи, так как такое освещение дезориентирует черепах, в особенности в момент появления

потомства.



14

Очевидно, что для подготовки обоснованных планов необходимо систематизировать, обработать и оптимальным образом представить имеющиеся данные о прибрежной зоне. В качестве пилотного проекта была разработана информационная система природоохраны особо охраняемой прибрежной

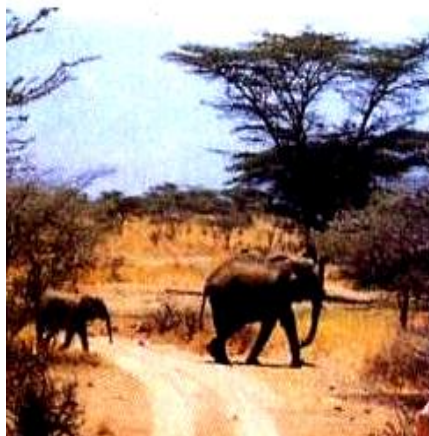
области Койцедиз Дайлан. Проект, поддержанный Европейским космическим агентством, отмечен наградой Генри Форда Европейского общества охраны природы, которая была вручена 31 марта 1998 г. В системе вся спутниковая и наземная информация интегрирована средствами ArcView GIS версии 3.0. В нее включены данные оптической и радарной спутниковой съемки, батиметрия, топография, метеорологическая информация, данные переписи населения и подсчета численности черепах, сельскохозяйственная информация,

данные гидрологических наблюдений, данные GPS по расположению черепаших гнезд и цифровая модель местности, в пределах которой черепахи откладывают яйца.

1.9.2. Использование ГИС для решения конфликта людей и слонов в Кении

(По материалам Waithaka J., Chege L., представленной на конф. пользов. продуктов ESRI, 1977. //ARC REVIEW. - 1998. - №2(5). - С. 7.)

Люди и слоны конфликтуют практически во всей области обитания слонов в Кении, и особенно там, где сельскохозяйственные поля граничат с лесными национальными парками. Конфликт проявляется несколькими способами. Прямой ущерб людям выражается в потраве урожая, ранениях и гибели людей и домашнего скота. Материальные потери вызывают непреодолимые финансовые проблемы. В особо конфликтных областях фермеры покидают хорошие сельскохозяйственные земли после тщетных попыток сохранить посевы до урожая. Поэтому фермеры вынуждены полагаться на продовольственную помощь. Было много случаев, когда люди, возвращавшиеся с сельских сходок, были затоптаны слонами. Некоторые школы открываются позже и закрываются раньше, чтобы снизить вероятность нападения слонов на детей. Данные, имеющиеся в службе дикой природы Кении (Kenya Wildlife Service), показывают, что слоны убивают за год больше людей, чем все другие вместе взя-



тые виды диких животных. Их огромный размер, мощь, сообразительность, потребность в большом количестве пищи и утрата страха перед людьми делают принимаемые меры контроля недостаточно эффективными.

Меры по смягчению конфликта включают отстрел опасных слонов, привлечение на свою сторону населения путем создания ассоциаций по дикой природе в областях вне парков, развитие социальных проектов и проектов по увеличению доходов, создание общественных заповедников, образовательных программ, выделение коридоров между соседними областями, переселение людей, слежение за перемещением слонов и их пространственным распределением. Слоны очень сильно влияют на биоразнообразие Кении, что имеет далеко идущие последствия как для функционирования и динамики экосистем, так и для землепользования и других секторов экономики. Многие слоны в Кении встречаются на очень ограниченных участках из-за того, что они не могут мигрировать, так как основные маршруты их миграции заблокированы или их места обитания раздроблены. Слоны в этих областях живут очень кучно и они превратили леса в луга. Вследствие этого значительно снизилось биоразнообразие и многие виды находятся под угрозой исчезновения. Некоторые из областей, испытывающих сильное воздействие, служат прибежищем почти всех 265 эндемических видов Кении и представляют собой главнейшие водосборные бассейны республики. Различные исследования показывают высокую зависимость исчезновения видов от плотности слонов. Решить эту проблему можно или путем расширения жизненного пространства для слонов или уменьшения их численности.

Решено использовать ГИС от ESRI (ARC/INFO и ArcView) для картирования числа слонов и их распределения, выяснения взаимодействия слонов с людьми и природной средой, идентификации и количественной оценки различных форм конфликта, а затем оценки эффективности разных используемых методов воздействия, направленных на решение конфликта. Цель работ состоит в том, чтобы найти критерии для разных методов воздействия и создать модель для принятия решений в разных заповедниках и заказниках Кении. Для пилотного проекта был выбран один из парков, где есть хорошая историческая база данных.

1.9.3. Джинсы и ГИС

(По материалам Brian E. Menneck и др. // ARC REVIEW. – 1998. – №2(5). – С. 10.)

Для успешного ведения бизнеса, фирмы должны не только оценить объем спроса, они должны постоянно его отслеживать, давая клиентам те товары и услуги, которые удовлетворяют их потребностям и предпочтениям. Другими словами, «Компании ... могут использовать геоинформационные системы не только для понимания потребностей своих клиентов. Они могут также использовать эту технологию, чтобы реагировать на пожелания клиентов, предлагая им квалифицированное обслуживание». ГИС играет важную роль в обеспечении квалифицированного обслуживания, потому что задача фирмы по реагированию включает необходимость донести изделие до клиента – то есть проблему, в большинстве случаев связанную с местоположением. Так или иначе, изделие и клиент должны встретиться в некотором месте.

Опыт компании Levi Strauss & Co. в использовании ГИС полезен, чтобы показать, как система помогает организациям ответить на запросы клиентов. Levi Strauss & Co., всемирно известная торговая марка в сфере повседневной одежды, лучше всего известная в связи с Levi's® Blue Jeans. Но хотя синие джинсы - важная поточная линия для этой международной компании с оборотом в 6,1 миллиарда долларов, они никак не являются единственным изделием рынков Levi Strauss & Co. В действительности, Levi Strauss & Co. является изготовителем разнообразной одежды, включая повседневные и спортивные виды одежды Dockers® и Britannia® – ведущие линии на рынке повседневного платья – и новую линию брюк официального стиля, названных Slates®. Таким образом, Levi Strauss & Co. конкурирует не только с другими изготовителями джинсов, но и с изготовителями повседневного платья. Кроме того, во многих отношениях, эта компания конкурирует с изготовителями более традиционных стилей одежды, поскольку ее рынок возрос в связи с тем, что возникла тенденция носить более простое платье, как на работе, так и в других местах. Компания решила использовать эту тенденцию, как показывает программа выпуска изделий 1996 г., направленная непосредственно на целенаправленное продвижение на рынок официальной одежды. Ясно, что Levi Strauss & Co работает на чрезвычайно конкурентном рынке, который управляется разнообразными факто-

рами, начиная от предпочтений потребителя и культурных тенденций до изменяющихся традиций работы.

В этой конкурентной обстановке ГИС- технология оказалось мощным орудием Levi Strauss & Co. В конце 1980-х компания сначала использовала технологию картирования, но менеджеры почувствовали потребность разработать более совершенный способ исследования тенденций потребителя, предпочтений и закономерностей покупок. Менеджеры обратились к источникам демографических данных для информации по текущим и потенциальным группам потребителей. Поскольку менеджеры начали осознавать важность географических связей в их базах данных по потребителям, они поняли, что им нужен способ извлечь выгоду из них. ГИС была очевидным решением.

Хотя ГИС играет значительную во многих сферах деловой активности Levi Strauss & Co., реакция на нее клиентов – одно из наиболее важных её применений. Менеджеры фирмы остро осознают тот факт, что если они хотят формировать и сохранить клиентов, они должны не только быть в согласии с их потребностями и желаниями; они должны ответить теми изделиями и услугами, которых ожидают и требуют клиенты. Хотя изделия Levi Strauss & Co. выбираются сразу многими потребителями, клиенты смогут купить изделия фирмы только если они знают, куда идти, чтобы их приобрести. ГИС дала возможность компании ответить клиентам быстрее и точнее, поставляя изделие в те места, где клиент их может найти.

Выбор места и рекламы. ГИС помогла решить задачу взаимосвязанного маркетинга. Поскольку джинсы Personal Pair€ получили положительную оценку, спрос на них заметно вырос. Так как джинсы Personal Pair€ можно приобрести только через магазины Original Levi's®, то когда клиент обращается к компании по поводу изделия через WWW или по номеру 800, то ГИС технология используется, чтобы направить покупательницу в самое близкое место, где есть это изделие. В некоторых случаях клиенты живут или работают недостаточно близко к магазину Original Levi's®. Тогда информация о запросе помещается в базу данных о клиентах, и используется, чтобы, в конечном счете, оценить рыночный потенциал при выборе новых мест для магазинов. Когда открывается новый магазин Original Levi's®, клиенты, живущие в области его обслуживания, полу-

чают персональное приглашение посетить магазин, с точным маршрутом проезда, разработанным именно для них.

Сочетание изделий. ГИС -технологии доказали свою полезность и в ряде других областей работы с клиентом. Менеджеры используют ГИС, чтобы определить наборы изделий, как для магазинов Original Levi's®, так и для других розничных торговцев, которые занимаются изделиями Levi Strauss & Co. Чтобы это сделать, они исследуют региональные характеристики рыночных требований, получаемые по геодемографическим данным и информации о клиентах, хранящейся в базе данных. Накладывая информацию относительно ожидаемого спроса на информацию относительно доступности изделия, они могут быстро найти конкретные магазины, где поставка изделия слишком низка. Таким образом, менеджеры могут согласовывать спрос и предложение на уровне каждого магазина. Хотя этот подход совершенно прост, его отдача очень велика. Так как менеджеры могут видеть связь между спросом и предложением на различные изделия, они могут обеспечивать такую ситуацию, чтобы клиенты нашли те изделия, которые они хотят, в том месте и в то время, когда они хотят.

Рекламирование и продвижение. Этот пример показывает, как ГИС может также использоваться для активного предвидения потребностей клиента и соответствующей реакции. На практике, Levi Strauss & Co. разнообразно использует ГИС, чтобы более эффективно обслуживать клиентов. Например, менеджеры с их помощью координируют распространение и размещение информации об изделии, и его рекламу. Чтобы определить, как рекламировать и поддерживать изделие в конкретном районе, они используют ГИС, чтобы выбирать определенные рекламные щиты на основе данных об их местоположении, характере транспортного движения, их видимости; чтобы находить и выбирать содержание рекламных щитов и другой местной рекламы на основе демографии района; и выбрав – как вести рекламу с помощью специальных акций, типа концертов или фестивалей джаза, учитывая демографию местных групп населения. Подобным же образом менеджеры используют ГИС, чтобы поддерживать такую работу на уровне страны как, например, запуск нового изделия, целевой маркетинг, рассылки по почте, рекламирование и выбор средств информации. Кроме того, менеджеры используют ГИС, чтобы координировать усилия персонала в области ком-

мерции и содействия который работает в магазинах Original Levi's®, а также координаторами, которые взаимодействуют с розничными продавцами изделий компании.

Координаторы товаров важны потому, что они работают с индивидуальными розничными продавцами, что дает уверенность в том, что изделия Levi Strauss & Co вовремя поставляются, а рекламные материалы в магазине должным образом установлены и показываются. ГИС также используют, чтобы определить оптимальную территорию для каждого координатора и управлять маршрутами и последовательностью их визитов в магазины, что дает возможность координаторам посетить большее количество магазинов. Это позволяет координаторам проводить больше времени в каждом магазине, и, в целом использовать свое время более эффективно.

Компания Levi Strauss & Co признана во всем мире как изготовитель и поставщик качественной одежды и услуг. Акцент фирмы на качество лежит в основе ее успеха. Прогрессивное использование ГИС компанией Levi Strauss & Co жизненно важно, потому что это помогает фирме лучше понимать и предвидеть потребности клиентов, и реагировать на них, поставляя нужное изделие в нужное время и место.

1.9.4. ГИС как мощное оружие укрепления законности

(По материалам в ARC Vser, январь – март 1999. – С. 17. //ARC REVIEW. – 1999. – №2(9). – С. 15)

Можно утверждать, что самым мощным оружием укрепления законности служит информационная технология. Поддержание порядка всегда опиралось на управление информацией, и особенно информацией, связанной с местоположением. Любое нарушение всегда случается в конкретном месте и тесно связано с географическим пространством. Традиционные подходы к укреплению законности базировались на работе с осведомителями, патрулировании улиц, секретных операциях, что позволяло собирать данные. Но сбор данных без их анализа не результативен. ГИС-технология дает возможность не только объединять и анализировать данные с целью идентификации, розыска и преследования подозреваемых, но и более эффективно распределять ресурсы и личный состав.

Внедрение ГИС-технологии в органы правопорядка США поддерживается на федеральном уровне Национальным институтом

юстиции. Его работа в этом направлении совместно с ESRI по г. Салинас имела большой резонанс.

Сейчас существует широкий спектр решений для органов правопорядка – от настольных приложений, которые можно ставить и тут же начинать работу, до приложений с высоким уровнем настройки, которые созданы с помощью MapObjects Professional в стандартной среде разработки, например, Visual Basic или C++. Поскольку программное обеспечение ESRI работает в единстве и использует стандартные файловые форматы, это означает, что приложения для органов правопорядка можно при надобности легко изменять и дорабатывать.

Примером настольного ГИС пакета служит приложение CrimeView, разработанное Omega Group - деловым партнером ESRI. Это приложение представляет собой расширение для ArcView GIS, нацеленное на картирование, анализ и составление криминальных отчетов по происшествиям, в том числе, по стандартной и заданной пользователем схемам.

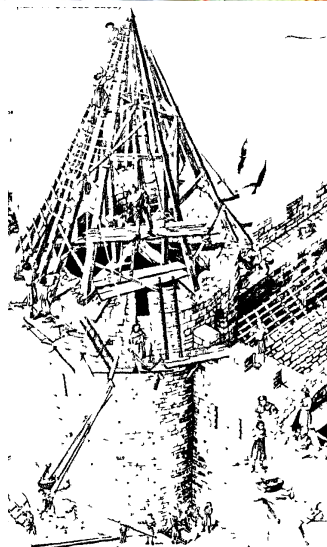
На другом конце этой группы приложений можно выделить разработки Отдела картирования и анализа преступлений в Филадельфии, с помощью которых можно моделировать происшествия во времени, комбинируя технологии анимации и ГИС, что позволяет показать динамику очагов преступности во времени и пространстве. Этот отдел, приступивший к работе в 1997г., недавно создал специальные приложения для слежения за автомобильными кражами и моделирования краж, а также более стандартные средства анализа преступлений. Отдел значительно выиграл как от использования хорошо развитой корпоративной городской ГИС Филадельфии, так и от поддержки со стороны Национального института юстиции.

В отделе шерифа округа Джефферсон, Колорадо, разрабатывается Система анализа преступлений и сообщений о происшествиях (CAPERS) в качестве инструмента поддержки решений, который позволит отделу округа активнее определять свою политику, опираясь на глубокое понимание взаимосвязей криминальной обстановки и географии. Отдел в своей работе по реализации CAPERS успешно преодолел вопрос о закрытости информации и разновидности компьютерной среды.

1.9.5. Восстановление стены замка XIII века с использованием ГИС

(По статье Освальда А. в ARC News Vol. 18.-№. 3. –Р. 26. //ARC REVIEW. – 1998. – №4(7). – С. 8)

В графстве Граубюнден, Швейцария, в городе Флеш лежат руины замка Мёрдербург, который, по-видимому, был обитаем в XIII веке. Сегодня сохранились лишь отдельные фрагменты замка –



часть южной стены высотой 6 м и длиной 21 м и остатки стенных зубцов. Для того, чтобы узнать, когда замок был построен и когда он был покинут, требуются раскопки, которые должны вестись в рамках плана по укреплению остатков замка от дальнейшего разрушения.

Мёрдербург расположен на холме, окруженном долиной и горой Грауэнберг. Сторона стены, обращенная к долине, подверглась значительной эрозии у основания, части стены упали. Сторона, обращенная к горе, засыпана обломками обрушившихся

стен, вершина повреждена растениями. Без укрепления стена неизбежно обрушится.

Укрепление и восстановление южной стены планируется проводить в два этапа. На первом она будет временно укреплена стальными подпорками и тросами, что также необходимо в целях безопасности работ. На втором этапе основание стены будет укреплено за счет соединения фрагментов стены и ремонта подвергшихся эрозии участков. Будут также восстановлены навесные стены и другие поврежденные секции. Перед началом работ необходимо выяснить действительное состояние стены, нанести сохранившиеся участки на план и задокументировать кладку.

По стандартной методике стену следует покрыть лесами и создать разметочную сетку, на основе которой каждому камню будет отведено место на плане при помощи карандаша и фольги. Однако, с учетом необычного расположения замка, доставка материалов и строительство лесов проблематичны.

В качестве альтернативы Археологическая служба Граубюдена решила использовать новый метод документирования состояния стены с помощью ГИС-технологии, по которому будут сделаны фотографии стены и преобразованы в ортогональные изображения с помощью ARC/INFO.

Мёрдербург хорош для опробования новой методики, ибо здесь требуется точная детализация – нужно задокументировать каждый камень. Проект позволит Археологической службе определить уровень детализации, который может дать этот метод, необходимое разрешение снимков и, в конечном итоге, оптимальный баланс между технически реализуемым и экономически оправданным.

Швейцарской инженерной фирме Ingenierburo Cavigelli und Partner поручена реализация ГИС проекта, включая обработку фотографий с преобразованием их в ортогональное изображение. Из-за неудобного положения замка и наличия деревьев вблизи стены пришлось снимать разные участки стены под острыми углами, а фирме – преобразовывать полученные материалы съемки в один бесшовный снимок с минимальными потерями информации.

Для этого на стену были нанесены 34 маркера, а затем сделаны 13 снимков на фотопластинки 6x6 см, на каждом из которых было не менее четырех маркеров, и так, чтобы каждый фрагмент стены оказался хотя бы на одном снимке. Координаты всех маркеров были

сняты тахеометрическим методом и преобразованы в координаты плана. В качестве пробного камня были выбраны пять снимков фрагментов стены с различными масштабами и большим количеством деревьев.

Швейцарская фирма Scan Tech Services преобразовала снимки четырехкратного увеличения в электронные файлы с разрешением 250 dpi. Координаты маркеров пересчитывались в MS Excel. Растровые файлы были преобразованы в гриды ARC/INFO и приведены к ортогональному виду.

Искажения, вызванные использованием различных линз, корректировались в соответствии с назначением соединительных точек по маркерам с целью увеличения общего числа идентификационных точек на каждом снимке. В качестве соединительных точек были выбраны видимые минимум на двух снимках характерные углы камней.

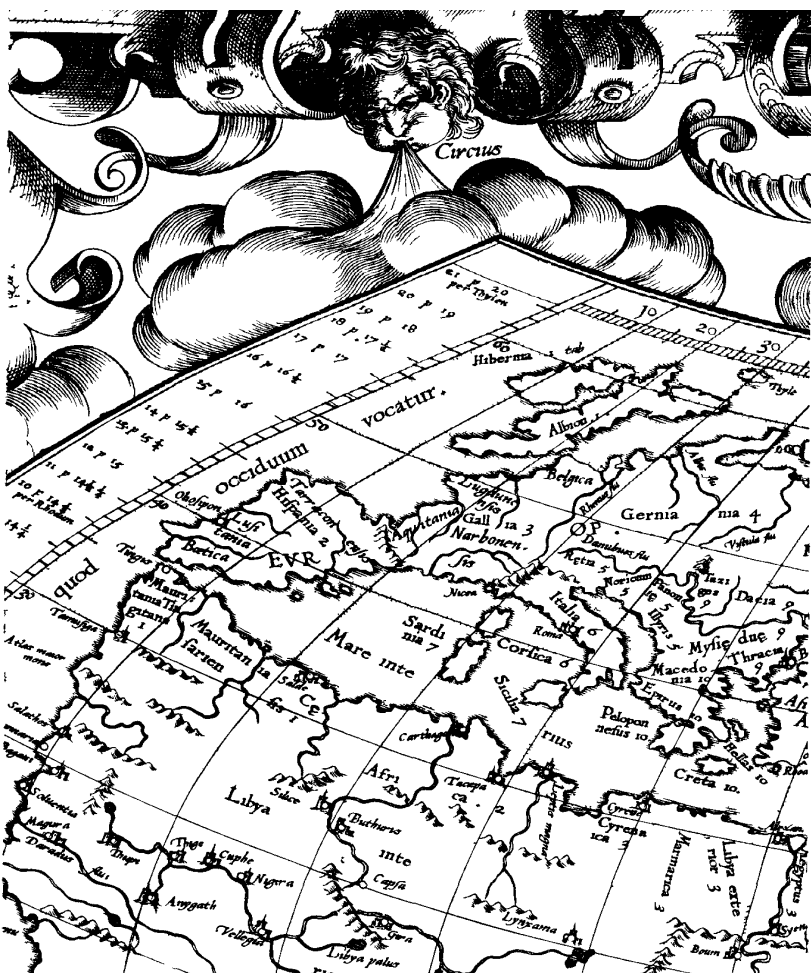
После ортотрансформации снимки обрезаны, приведены к общему наименьшему разрешению сетки и объединены в общую мозаику. На ней швы между снимками практически незаметны. При первом взгляде, все важные контуры различимы, так что возможна векторизация.

Следует, однако, отметить, что информация на экране, по сравнению с реальной обстановкой, требует существенно большей точности расшифровки для устранения ошибочных интерпретаций. В целом же, изображение стены было воссоздано успешно, а работы Cavigelli und Partner продемонстрировали, что документирование археологического объекта с использованием ГИС- технологии может быть выполнено быстро и экономно.

1.9.6. ESRI помогает библиотеке Конгресса

(По материалам статьи в ARC News Vol. 18.– No 2. – С. 14-15 и Web страницы ESRI. //ARC REVIEW. – 1998. –№4(7). – С. 8)

Некоторое время назад ГИС -продукты ESRI стали активно использоваться во вновь образованном Центре географической информации Библиотеки Конгресса США. Основной задачей проекта является перевод в цифровую форму всех имеющихся в фондах библиотеки бумажных карт и атласов. Для этой цели на первом этапе в Центре было установлено 8 мест ARC/INFO (под UNIX) с дополнительными модулями и более 10 пакетов ArcView (под UNIX и Win-



dows). В Отделе карт Библиотеки хранится более 4,5 млн. бумажных карт, 60 тыс. атласов, около 1 млн. микрофильмов с картами, 500 глобусов и 2 тыс. компьютерных файлов и наборов пространственных данных. Многие из материалов (на рис. показан фрагмент карты мира из «Руководства по географии» Птолемея II в. в переработке Меркатора), такие как нарисованные от руки карты итальянских, португальских и испанских мореплавателей-первопроходцев или фундаментальный труд Птолемея «География» (47 из 56 известных копий), карты, подготовленные Джорджем Вашингтоном, Томасом

Джефферсоном, карты времен Гражданской войны и многие другие, поистине уникальны. А в целом фонды библиотеки – это одно из крупнейших мировых хранилищ карт и связанной с ними информации. ГИС поможет обеспечить полную сохранность и массовый многопользовательский доступ к этой уникальной базе знаний, имеющей как историческую, так и практическую ценность.

В течение трех лет на установку системы, включающей компьютерное оборудование от Hewlett-Packard, периферийное оборудование от Tangent Engineering и программное обеспечение от ESRI, а также на выполнение этапа проекта создания «картографического наследия» выделено (из федерального бюджета и за счет пожертвований) порядка 45 млн. долларов. Известно, что длительное хранение бумажных карт и других материалов в бумажной форме требует огромных затрат, а об их массовом использовании без ущерба качеству раритетов вообще говорить не приходится.

Предполагалось закончить оцифровку основного объема материалов к 2000 году. В первую очередь сканировались данные, представляющие наиболее массовый интерес, такие как карты страховок от пожаров по густонаселенным территориям страны с начала нашего столетия, содержащие уникальные детальные данные о владении землей и недвижимостью, на основе которых можно составить представление об изменении экономического положения страны, регионов и жителей на протяжении 100 лет. Эти данные интересны как для многих федеральных и местных правительственных организаций, так и для коммерческих фирм и частных лиц. В рамках Центра, в соответствии с основными поставленными перед ним задачами, созданы четыре рабочие группы: обеспечения широкого доступа к данным, соблюдения законов об авторском праве и выпуска картографической продукции, сканирования и представления материалов, маркетинга. Будут расширяться работы по созданию системы электронной каталогизации и архивации цифровых карт, хранения и запроса исторических записей и ссылок на источники, выявления дополнительных возможностей применения ГИС для нужд исторической электронной картографии, перспективного планирования деятельности Центра. Создаваемый банк данных будет постоянно расширяться и развиваться.

1.9.7. Военные применения ГИС вчера, сегодня завтра

(по статье Л.М. Расмуссен из жур. Территория. – 1998. – №1. – С. 22-24.)

По иронии судьбы технологии, используемые в ходе ведения войн, находят важные применения в сугубо гражданских областях — и ГИС не исключение. Статья Лисбет Расмуссен знакомит нас с историей ГИС — от появления их на свет до современного использования в военных целях, а также предрекает им блестящее будущее.

Первое боевое крещение ГИС получили при проведении операций «Щит в пустыне» и «Буря в пустыне» во время войны в Персидском заливе, в ходе которой объединенные силы НАТО при поддержке вооруженных сил Саудовской Аравии освободили Кувейт от иракских войск. Разработанные Соединенными Штатами приложения использовались не только для выпуска большого количества бумажных копий географических карт, но и для дополнения бумажных карт цифровыми, которые применялись в самом важном, с военной точки зрения, виде анализа, который могут проводить ГИС — в анализе местности на театре военных действий. Сложная модель территории, создаваемая средствами ГИС, может быть использована также при принятии тактического решения — например при определении способов и маршрутов передислокации войск.

В этом десятилетии военные ГИС совершили огромный прыжок вперед благодаря их боевому применению в ходе операции «Щит в пустыне», а также в конфликте в бывшей Югославии, где ГИС использовались при подготовке американских пилотов. Военные приложения ГИС находят себе применение в гражданских сферах, в то время как гражданские часто оказываются полезными военным. Каким же образом сформировалась подобная ситуация и куда она приведет?

Корни ГИС. Развитие ГИС началось в 50-х годах, в основном в североамериканском научно-исследовательском сообществе. С середины 70-х до начала 80-х исследования и эксперименты в этой области финансировались американским правительством, и во многих случаях заказчиками являлись военные. В инженерных войсках США разработали даже свою собственную ГИС под названием GRASS (Geographic Resonrse Analysis Support System), ныне являющаяся общедоступной.

В военной области ГИС нашли себе применение, когда сделали работу с картами более эффективной и упростили редактирование и хранение цифровых карт. С помощью ГИС можно быстрее производить и обновлять бумажные карты. Первое время системы являлись лишь автоматическими средствами картографирования поля боя. Если прежде на картах просто писали вручную или накладывали сверху прозрачные пленки, то теперь их стали сканировать и использовать на экране компьютера и качестве фона, поверх которого выводились символы.

По мере роста понимания военными значимости ГИС росла потребность в географической информации, представленной в цифровой форме. Низкая скорость оперирования огромными объемами данных, требовавшимися для растровых карт, увеличила потребность в векторизированных картах. Картографическая служба Министерства обороны США (US's Defence Mapping Agency, DMA) создала базу данных для вычислений радарных засветок — RDLMS (Radar Digital Landmass System); она содержала спецификации для цифровых данных о рельефе DTED (Digital terrain elevation data) и данных цифрового анализа свойств объектов DFAD (Digital feature analysis data). Эта база данных привлекла к себе внимание военных в 70-х годах, когда те поняли что она может быть использована не только для радарного моделирования; тогда же название ее было заменено на DLMS (Digital Landmass System).

Хотя первоначально DMA поставляла данные только в интересах самих США, в 80-х годах между ними и несколькими европейскими странами-членами НАТО (Норвегией, Великобританией, Германией, Нидерландами, Бельгией, Францией, Испанией и Италией) было заключено соглашение по производству и распространению DLMS-данных на европейскую территорию; позднее к соглашению присоединились еще несколько стран, в том числе Дания. В 1983 году спецификация DLMS была расширена, что позволило включить в нее и другую полезную информацию, например о сетях автомобильных и железных дорог. В то время большинство данных использовалось только для анализа — например анализа зоны охвата радаров — и отображались лишь окончательные результаты.

Военные ГИС сегодня. Развитие ГИС зависит от наличия мощных рабочих станций и персональных компьютеров с экранами высокого разрешения. Сегодня даже некоторые портативные персо-

нальные компьютеры обладают мощностью, вполне достаточной для простых ГИС. Происходящий в настоящее время переход ГИС от двумерности к трехмерности оказался для военных даже более важным. В прошлом, к примеру, анализ местности на театре военных действий требовал особой старательности, внимания и занимал много времени; теперь, с помощью ГИС, он может быть проведен намного быстрее. Существует два типа анализа местности в военных целях.

- Поверхностный анализ позволяет выделить участки местности, обеспечивающие скрытность и маскировку, вычислить крутизну склонов и скатов, определить горизонтالي, классифицировать высоты и, в конечном счете, определить, насколько удобна местность для маневрирования.

- Вычисление зон прямой видимости, позволяющее определить зоны охвата радаров, места для прокладки линий связи, области обзора, профиль местности между определенными точками и зоны обстрела (участки местности, накрываемые огнем данного вида оружия).

Программное обеспечение отображения и визуализации может быть двумерным, 2,5-мерным (двумерной плоскостью в трехмерном пространстве) или трехмерным. В двумерном отображении результаты представлены в виде слоя, налагаемого поверх карты. В случае 2,5-мерного отображения местность воспроизводится в виде модели рельефа, налагаемой па карту, аэрофотоснимок или полученное со спутника изображение. Сегодня возможна истинная трехмерная визуализация, однако она не получила еще широкого распространения в войсках из-за того, что пользователям-военным, как правило, привычнее работать с обычными бумажными картами. Однако по мере того, как все больше и больше пользователей будут привыкать к новым способам визуализации географической информации, трехмерные отображения станут нормой для военных ГИС.

Взаимопроникновение военных и гражданских приложений ГИС. Еще одним военным применением ГИС, связанным с анализом местности, является система контроля за ядерной, бактериологической и химической обстановкой NBC (Nuclear, Bacteriological, Chemical), определяющая зараженные участки местности после атаки с применением оружия массового поражения. И анализ местности на ТВД, и система NBC нашли также и гражданское при-

менение — например в контроле и борьбе с загрязнением окружающей среды и поиске подходящих мест для размещения антенных мачт для мобильных телефонов.

Маршрутный анализ, первоначально разработанный в гражданских ГИС, оказался полезен и в военной области. В задачах снабжения и передислокации войск используется информация о реках, автомобильных и железных дорогах и мостах, а также дополнительные данные: высота пролета моста (чтобы определить, можно ли под мостом проехать), способен ли мост выдержать вес транспортного средства, достаточно ли широки дороги.

ГИС используются также в командных системах контроля и принятия решения; с их помощью отображаются и описываются интересные географические регионы, а из соответствующих баз данных добавляется требуемая дополнительная информация — об океанических течениях, морском дне, участках поверхности суши, горизонталях, реках, дорогах и населенных пунктах, а также о районах дислокации сухопутных, военно-воздушных и военно-морских сил союзников и противника.

Особенно важны ГИС при проведении учений и тренировок по отработке боевых операций — они помогают минимизировать людские и материальные потери, особенно если используемые данные близки к реальным — для этого ГИС должны пополняться данными измерений рельефа местности, аэрофотосъемок и полученных со спутников изображений. Когда США были вовлечены в конфликт в Югославии, американских пилотов стали готовить к полетам в зоне конфликта еще до того, как они покинули США. Командование могло планировать действия, имея точные карты и фотоснимки, полученные всего за несколько часов до этого.

В четвертое измерение. В будущем, вероятно, армейские ГИС смогут выйти в четвертое измерение, что может означать появление в них либо анимации, либо временной составляющей. С помощью анимации в ГИС можно совершить полет над ландшафтом по заранее составленной программе; такие возможности уже демонстрирует Virtual CIS фирмы Erdas. Использование в ГИС переменной времени пока еще находится на исследовательской стадии; как только это станет коммерческим свойством ГИС, оно тут же будет востребовано и армейскими ГИС. Появление временной переменной позволит включать к снятому запланированные события, способные

оказывать влияние на географическую информацию, например, взрыв моста.

Вскоре станут доступны представленные в цифровой форме географические данные практически для любого района земного шара. Цифровая карта планеты (Digital Chart of the World, DCW) представляет собой векторную базу данных, содержащую географические; данные для всей поверхности Земли в масштабе 1:1 000 000. Усовершенствованная версия DCW называется Vector Smart Map level 0, или Vmap 0. Vmap 1 масштабом 1:250 000 через пару лет должна будет содержать данные для всей поверхности земного шара. В космос запускаются все новые и новые спутники, в том числе и коммерческие, аппаратура которых позволяет получать изображения с разрешающей способностью менее метра. Эти изображения станут важным источником картографических данных, особенно для пока еще слабо картографированных территорий. ГИС легко будут наполняться свежими данными; будущее ГИС — и в военной, и в гражданской областях — выглядит впечатляющим.

1.10. Перспектива развития

Уникальные свойства радарных снимков, такие как независимость от времени дня, освещённости и погодных условий, возможности изучения деталей состояния водной поверхности, плюс к этому интерферометрическая обработка радарных снимков, ещё более расширяют возможности для полного покрытия земного шара ГИСовскими базами данных и уменьшения стоимости сбора информации. Базируясь на достижениях съёмки высокого разрешения, доступных в почти реальном времени, съёмки при любых погодных условиях, стереоскопического построения рельефа, возникает новая парадигма карты, которая и будет движущей силой в развитии рынка ГИС. Эта карта Будущего будет интерактивным изображением, по которому можно в реальном времени перемещаться в двух, трёх или четырёх измерениях и обращаться с запросом о получении информации.

Согласованная и разумная организация цифровых «строительных блоков» в рамках всей индустрии ГИС позволит получить в итоге глобальную систему визуализации. Интерес к этим данным распространится широко за пределами существующего сообщества профессионалов карт, открыв такие новые области применения, как планирование отпусков, индустрия развлечений и программы новостей. Доступ к этой информации должен быть быстрым, простым, недорогим и ориентирован на пользователя без специальных технических навыков. Такая система приобретения снимков («Home Shopping Channel for Imagery») будет использовать интегрированное информационное устройство, объединяющее персональный компьютер, телевизор и телефон, для доступа к Карте Будущего через новые мультимедиа интерфейсы. Эти идеи прокладывают дорогу в новый век «Разумного изображения», который обещает быть наиболее интересной главой богатой истории дистанционного зондирования и ГИС [36].

Один из признанных специалистов в области ГИС Joseph K. Berry высказал мнение, что следующим шагом будут ГИС, реализующие так называемый «пространственный диалог». Что, якобы, геоинформационные системы в своём развитии оставят за спиной компьютерное картографирование, пространственные базы данных, статистику и моделирование и станут системами, реализующими пространственное мышление. В прошлом и настоящем аналитические модели нацелены на поиск решения, оптимального с научной точки зрения. Следующей ступенью будут решения, оптимальные с социальной точки зрения. Эти решения будут учитывать такие факторы, как общественное мнение, предрассудки, традиции, справедливость, доверие и понимание. Эта новая ГИС будет решать две задачи – поиск компромиссов и разрешение конфликтов [16].

Вообще говоря – ГИС это только инструмент. Человечество создавало карты тысячелетиями и ГИС была призвана облегчить и ускорить этот процесс. Но в результате, оказалось,

что ГИС это гораздо больше, чем только инструмент. Геоинформационные системы позволяют посмотреть на мир с других точек зрения.

ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

2.1. Место картографии в системе географических наук

На протяжении многих десятилетий структура географической науки остается одним из самых спорных вопросов отечественной географии. Некоторые географы предложили графические схемы общей структуры географических наук; в качестве примера таковой приведем схему Б.Н. Семевского (рис. 10). Хотя в последнее время подобные споры поутихли, это вовсе не означает, что в данном вопросе все учёные пришли к единому мнению.

Достаточно напомнить о **терминологическом разном** в отношении того, что в действительности является географической наукой — комплекс, систему и т.п. Еще в середине 60-х годов акад. А.А. Григорьев, а затем и акад. С.В. Калесник предложили употреблять термин «комплекс» для обозначения совокупности наук, изучающих разнородные, а термин «система» — для наук, изучающих однородные закономерности. Следовательно, речь шла о комплексе географических наук, включавшем системы физико-географических и экономико-географических наук. Но эта терминология, предложенная еще в ту пору, когда смешение естественных и общественных закономерностей считалось тяжким идеологическим грехом, так и не получила всеобщего признания. И поныне по отношению ко всей географической науке чаще применяется термин «система» с последующим подразделением на подсистемы. То же можно сказать и о более дробной классификации (иерархии) географических наук. Отсюда сам собою напрашивается вывод

о том, что терминологическая путаница в этом важнейшем методологическом вопросе еще далеко не преодолена.

В.П. Максаковский [72], с известной степенью условности, но все же считает, что здание географической науки имеет как бы четыре «этажа». «Первый этаж» этого здания формируют науки, образующие теоретическое ядро географии.

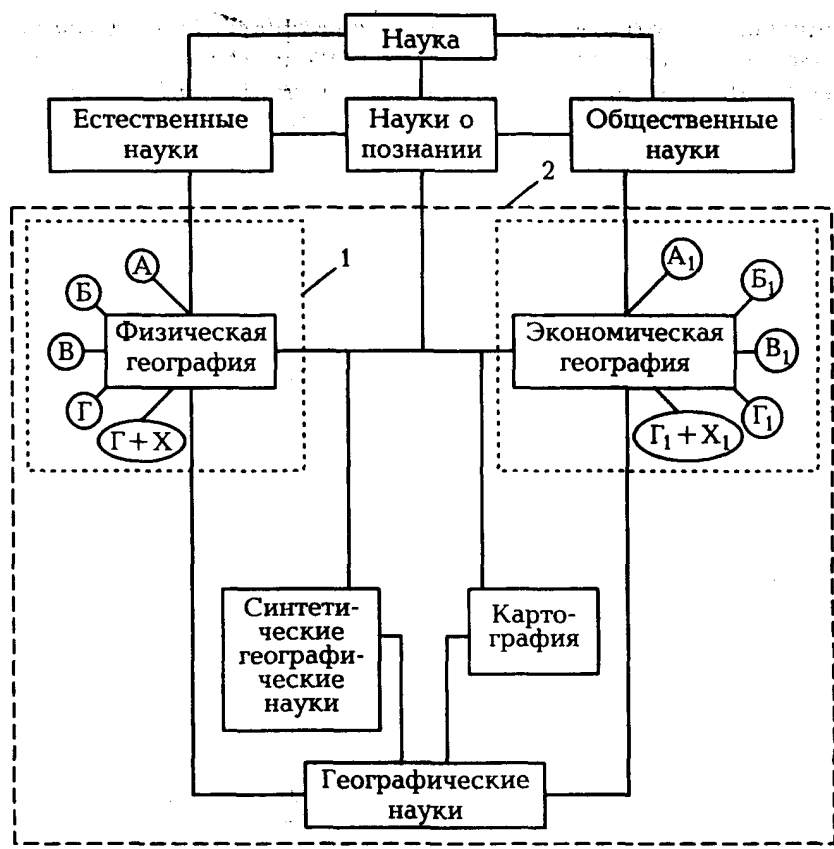


Рис. 10. Принципиальная схема географических наук (по Б. Н. Семевскому).

А, Б, В, Г ... Г + X — частные (отраслевые) естественно-географические науки; А₁, В₁, В₁, Г₁ ... Г₁ + X₁ — частные (отраслевые) экономико-географические науки; 1 — система естественно-

географических наук и система экономико-географических наук; 2 — система географических наук

Прежде всего это теоретическая география, а также история географии. При этом больше всего проблем возникает в связи с *теоретической географией*. Нет сомнения в том, что теория географии зародилась и развивалась вместе с самой этой наукой. По существу она представляет собой совокупность всех более частных наук, входящих в систему географических наук, но с добавлением общегеографической проблематики. Однако с вступлением в эпоху НТР, началом информационного взрыва и возникновением перепроизводства научной информации (при котором обобщение и теоретическое осмысление стало отставать от накопления фактов) возникла потребность как-то выделить, вынести «за скобки» наиболее общие вопросы, чтобы решать их на уровне самостоятельной научной дисциплины. Этому способствовало также развитие общей теории систем и внедрение математических методов. Так возникли теоретическая физика, теоретическая биология, а затем и теоретическая география.

«Второй этаж» в здании географической науки отводится наукам, которые нередко именуют «стволовыми». Это прежде всего физико-географические (природно-географические) и социально-экономико-географические (общественно - географические) науки. Вряд ли могут быть особые сомнения и по поводу третьей «стволовой» ветви, которую образует картография, хотя и не все рассматривают ее «на равных» с первыми двумя. Основные же разногласия начинаются, когда речь заходит о страноведении, положение которого в системе географических наук до сих пор окончательно еще не определено. Представляется, однако, что придание страноведению ранга «стволовой» ветви было бы более правильным решением этого спорного вопроса.

На **«третьем этаже»** следует разместить те науки, которые образовались в результате членения, дифференциации

«стволовых» ветвей. Хотя ученые называют их по-разному — отраслевыми, частными, дочерними, специальными, все они имеют много общего. Эта общность заключается, прежде всего, в том, что они обладают поисковыми функциями и занимаются приращением новых знаний. Но им присущи и информационные функции, а также разработка «своих» теорий, дополняющих общую «копилку» географии.

Наконец, «четвертый этаж» В.П. Максаковский отводит под так называемые пограничные или стыковые науки и научные направления, которые действительно занимают место на рубежах географии с другими науками. Пограничность, стыковость — явление очень характерное для всей современной науки. И отражение его в системе географических наук следует расценивать как процесс вполне закономерный.

Третья «стволовая» ветвь в системе географических наук — **картография**. Представляя собой области науки, техники и производства, охватывающие создание, изучение и использование картографических произведений, картография находится на стыке технических, естественных и общественных наук. С одной стороны, это отрасль научно-технических знаний, теснейшим образом связанная с техникой и автоматикой, а с другой — наука познавательная, имеющая самые близкие контакты с общей теорией познания, естественными и социально-экономическими науками, включая географию [72].

В течение более чем двух тысячелетий картография развивалась в составе географии как ее составная часть. Более того, долгое время считалось, что едва ли не главная задача географии заключается именно в составлении карт. Обособление картографии в самостоятельную науку произошло только в середине XIX века; тогда же появился и сам этот термин. Это можно объяснить как активной разработкой ее математических методов, так и общими успехами в познании окружающего мира. В последние десятилетия развитие картографии в нашей стране во многом связано с именами К.А. Салищева, М.А. Никишова, А.В. Гедымина, И.П. Заруцкой, Г.Ю. Грюн-

берга, Н.Ф. Леонтьева, А.М. Берлянта, А.А. Лютого, О.А. Евтеева, грузинского картографа А.Ф. Асланикашвили.

Наиболее признанное определение картографии (точнее — географической картографии) было дано главой советской картографической школы К.А. Салищевым. В соответствии с ним **картография** — это наука об отображении и исследовании явлений природы и общества (их размещения, свойств, взаимосвязей и изменений во времени) посредством картографических изображений как образно-знаковых моделей [88].

По своей структуре картография представляет собой целую систему *картографических дисциплин*, некоторые из которых имеют многовековую историю, а другие зародились сравнительно недавно и находятся еще в стадии становления. К этим дисциплинам относятся: 1) теория картографии, охватывающая общие проблемы, предмет и метод картографии, 2) математическая картография, разрабатывающая математическую основу карт, 3) проектирование и составление карт, 4) картографическая семиотика (язык карты) и оформление карт, 5) издание карт, 6) экономика и организация картографического производства, 7) использование карт, 8) история картографии, 9) картографическое источниковедение, 10) картографическая топонимика, 11) картографическая информатика [14].

В системе картографии существуют разные виды картографирования, различающиеся по объекту, тематике, методу, масштабу, степени анализа-синтеза, уровню механизации и автоматизации, степени оперативности. Существуют и разные отрасли картографирования — научное, научно-справочное, учебное, туристское, навигационное и др. Еще шире спектр отраслей картографирования, выделяемых по тематике: геологическое, почвенное, геоботаническое, ландшафтное, экологическое, экономическое, социальное и др. Эти разделы картографирования принадлежат картографии по методу, тогда как по своему предмету они относятся собственно к геологии, почвоведению, геоботанике, ландшафтоведению, социально-экономической географии. Например, в области экономиче-

ской картографии широкое признание получили труды Н.Н. Баранского, А.И. Преображенского [9], Г.Н. Черданцева.

2.1.1. Теории картографии

Лидер отечественной картографии К.А. Салищев среди теорий, относящихся к учению о карте, называл теории картографических проекций, генерализации и способов изображения. Но и сам К.А. Салищев в 70-х годах выдвинул и обосновал новое направление в картографии, названное им **географической картографией**. Его теоретические основы были заложены возглавлявшейся им географо-картографической школой МГУ.

Теория географической картографии опирается на два устоя.

Первый из них — *комплексность*. К.А. Салищев видел цель географической картографии в интегрировании и географическом синтезе знаний о природе, населении, экономике и культуре. Он считал, что суть географической картографии составляет картографирование природных и социально-экономических территориальных комплексов. При этом названные комплексы и их компоненты анализируются в виде целостных взаимодействующих систем [93]. Отсюда вытекает, что географическая картография не отрицает использования отраслевого тематического картографирования, которое в наши дни стало очень дифференцированным, но все же главный акцент делает на географический синтез. Комплексное картографирование превратилось в одно из главных направлений отечественной картографии.

Второй устой — *системность*, которая затем добавилась к комплексному картографированию. Приоритет системной трактовки географической картографии означает особое внимание к отображениям элементов геосистем, их структуры и иерархии, системообразующих связей и отношений, динамики и функционирования. Не случайно и сам К.А. Салищев не раз

писал о том, что географическая картография имеет своим предметом изучение геосистем. Поэтому в центре ее внимания находится создание крупных системных географических произведений: комплексных атласов, серий карт, а в последнее время и обеспечение геоинформационных систем. Большой заслугой К.А. Салищева, который долгое время возглавлял Комиссию по национальным атласам Международного географического союза, явилась разработка типовой программы таких атласов. Во многом иную концепцию предложили Н.Ф. Леонтьев и Я.Г. Машбиц (на основе опыта разработки Национального атласа Кубы). С участием А. А. Лютого была разработана программа 10-томного Национального атласа России.

В последнее время в картографии началось формирование единой **теории геоизображений**. Особое научное направление об изображениях, получившее наименование иконики (от греч. *eikon* — изображение), зародилось за рубежом и в нашей стране только в 60-е годы. К настоящему времени уже сформулированы основные научные концепции иконики, теоретические положения, методы. На этой основе в середине 80-х годов А. М. Берлянтю была выдвинута идея разработки геоиконики, как синтетической отрасли знания, изучающей теорию геоизображений, методы их анализа, преобразования в науке и практике. При этом геоиконика рассматривается не как пограничная, а как связующая дисциплина между картографией, аэрокосмическими методами и машинной графикой (рис.11) [12].



Рис. 11. Составные компоненты геоиконики
(по А.М. Берлянту).



Рис. 12 Связи картографии с другими науками
(по А. М. Берлянту)

В свое время В.И. Вернадский высказал предвидение о том, что науки будут все более группироваться не по объектам исследования, а по проблемам. И действительно, в век НТР, наряду с дифференциацией, стал активно проявляться противоположный процесс разрушения барьеров между отдельными сферами и отраслями научного знания, углубления их взаимо-

действия, взаимопроникновения. На примере комплекса наук о Земле можно показать, что при этом сама степень интегрированности может быть различной. Различают, во-первых, сопряжение наук, при котором границы перехода от одной науки к другой (например, между физикой и химией) сглаживаются; во-вторых, переплетение наук, которое происходит в том случае, когда один и тот же объект (например, космическое пространство) исследуется разными науками; в-третьих, методологические заимствования одной науки у другой (например, использование математических методов во многих науках); и, наконец, в-четвертых, полную интеграцию, которая приводит к возникновению новой «пограничной» научной дисциплины (биохимия, биофизика, геофизика, радиофизика, эконометрия, геохимия, астрофизика и др.).

Существует большая литература о взаимосвязях физической географии с «внешним миром». О взаимосвязях социально-экономической географии с другими науками наиболее подробно писали Б.Н. Семевский, А.М. Колотиевский. Связи картографии со смежными науками А.М. Берлянт представлял в виде схемы (рис. 12).

2.1.2. Концепции картографии

Концепции картографии. Этот вопрос наиболее глубоко разработан А.М. Берлянтом, который не только охарактеризовал картографические концепции в своих публикациях и докладах, но и предложил графическое изображение их развития (рис. 13). По мнению А.М. Берлянта, основными являются две концепции. Во-первых, модельно-познавательная концепция (картография познает окружающий мир с помощью картографического моделирования), в рамках которой получили развитие и обоснование многие новые научные направления современной картографии, были разработаны проблемы и принципы использования карт. Во-вторых, коммуникативная концепция (ставит во главу изучения картографические формы пере-

дачи информации), получившая развитие вследствие широкого внедрения в картографию информационных идей и вычислительной техники.

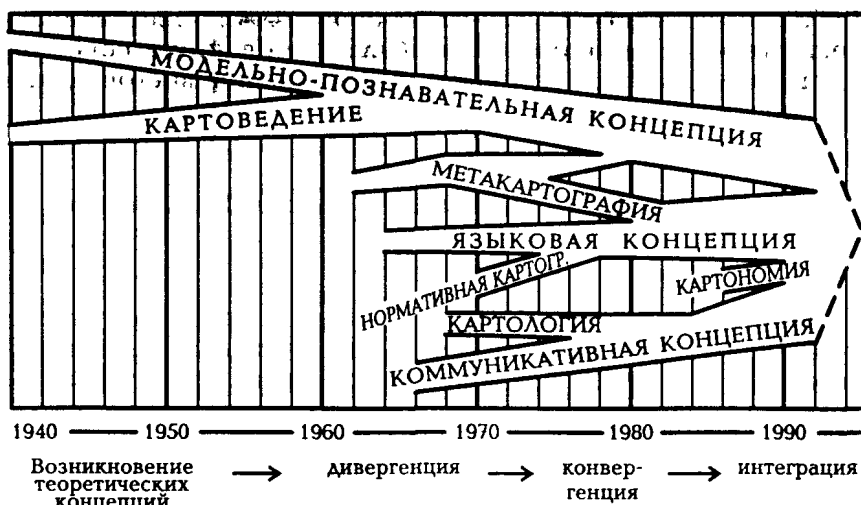


Рис. 13. Развитие теоретического процесса в картографии за 50 лет (по А. М. Берлянту).

Эти концепции стали как бы двумя полюсами, между которыми сформировались другие концепции, каждая из которых тяготеет к одному из полюсов. Среди них можно назвать концепцию метакартографии, суть которой составляет стремление построить общую теорию картографии на основе логико-методологических принципов философской теории отражения. И языковую концепцию, разрабатывающую вопросы, связанные с языком карты и картографическими знаковыми системами. И концепцию картологии, которая рассматривается как своего рода теоретическая надстройка картографии. В 80-е годы началось также становление родственной картографии и очень важной геоинформационной концепции. Все они опираются на фундаментальные теоретические исследования Н.Н. Баранского и К.А. Салищева, на работы А.В. Гедымина, И.П.

Заруцкой, А.Ф. Асланикашвили, А.А. Лютого, А.М. Берлянта и других картографов.

2.2. Геоинформационное картографирование

Геоинформационное картографирование формируется как узловая дисциплина на пересечении автоматизированного картографирования, аэрокосмических методов и геоинформационных систем (рис. 14).

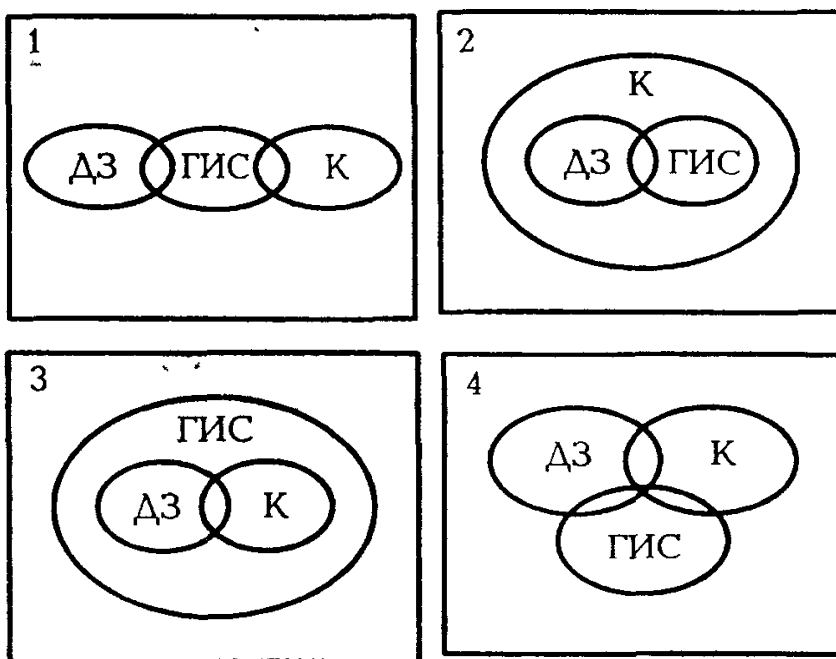


Рис. 14. Модели соотношения картографии (К), дистанционно зондирования (ДЗ) и геоинформационных систем (ГИС) (по А. М. Берлянту).

1 — линейная модель, 2 — доминирование картографии, 3 — доминирование геоинформационных систем; 4 — модель тройного взаимодействия.

В его рамках происходит сращивание двух ветвей научной картографии — создания и использования карт. ГИС-технологии позволяют свободно трансформировать картографические проекции, варьировать масштабами и компоновкой карт, вводить новые географические переменные и изобразительные средства. Геоинформационное картографирование может быть отраслевым и комплексным, аналитическим и синтетическим, различным по пространственному охвату, масштабу, назначению, степени синтеза. Но во всех случаях в его основе лежит системный подход, а его главная целевая установка заключается в создании прикладных оценочных и прогнозных материалов. По мнению акад. В.М. Котлякова, в ближайшие годы географические исследования будут находиться под сильным воздействием дальнейшего совершенствования геоинформационных технологий, компьютерного анализа и обработки гигантских объемов информации, повсеместного расширения использования глобальных средств коммуникаций. При этом произойдет переход от предметно-ориентированных частных ГИС к пространственно-ориентированным интегральным ГИС, в рамках которых станет возможным совместное использование данных для конкретных территорий по всему спектру географических дисциплин.

В этом свете вполне объяснимо то повышенное внимание, которое было уделено геоинформатике и ГИС в 1995 году на X съезде Русского географического общества и в особенности в 1996 году на XXVIII Международном географическом конгрессе. На этом конгрессе геоинформатика и ее методическое и техническое оснащение фигурировали в качестве магистральных направлений, которые должны способствовать соединению всей системы географических наук с достижениями современного этапа НТР.

Особо следует сказать об использовании космических изображений Земли для слежения за развитием разного рода природных катастроф — наводнений, обширных лесных по-

жаров, пылевых бурь, извержений вулканов, тайфунов. В не меньшей, если не большей степени, это относится и к получению сведений о различных видах загрязнения окружающей среды, вызванных деятельностью человека: дымовых облаках, пятнах смога, районах концентрации парниковых газов в атмосфере, эвтрофикации водоемов и нефтяных разливах в гидросфере, процессах опустынивания, обезлесения и т. п.

Наконец, следует упомянуть о том, как благотворно сказалось космическое землеведение на развитии *картографии*. В ее структуре сложились или складываются: 1) космофотогеологическое картографирование, имеющее целью изучение недр, планирование поиска топливных, рудных и нерудных полезных ископаемых; 2) почвенное и геоботаническое картографирование, используемое для оценки состояния земель, инвентаризации естественных кормовых ресурсов, учета земельного фонда, выявления эрозионной опасности и охраны земель; 3) картографирование лесного фонда, включая инвентаризацию резервных лесов и планирование лесоохранных мероприятий; 4) картографирование водоемов с учетом запасов поверхностных и подземных вод, режима стока, ледовых ресурсов и проектирования водохозяйственных мероприятий; 5) картографическая оценка инженерных условий местности, селевой и лавинной опасности в связи с проектированием инженерных сооружений и коммуникаций [72].

В последнее время экологическое картографирование на основе космической информации приобретает все большее распространение. Космическая информация в отличие от наземной и даже аэрофотосъемочной позволяет континуально охарактеризовать экологическую обстановку обширных территорий. Тематика экологических карт, составляемых с учетом или на основе космической информации, включает частные карты отдельных компонентов природной среды и различные комплексные карты. В 90-х годах на той же основе в России началось создание фундаментальных комплексных атласов.

2.2.1. Спутниковые изображения для ГИС

Быстро растущее ГИС-сообщество требует регулярного пополнения и обновления используемых в повседневной работе пространственных цифровых баз данных снимков, описывающих интересующие территории. Существенным и общедоступным звеном в этом отношении являются спутниковые данные мониторинга земной поверхности и атмосферы или, в специальной терминологии, данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).

Аэрофотосъемка, уходящая корнями к разведывательной съемке с аэростатов времен гражданской войны, — устоявшийся источник данных для самых разнообразных сфер применения. Аэрофотоснимки, получаемые в различных форматах, все больше тяготеют к цифровым изображениям, что обеспечивается цифровыми камерами и сканерами с высокой разрешающей способностью. За долгие годы существования аэрофотосъемки созданы обширные исторические архивы. Она незаменима при проведении долгосрочных прогнозов изменения окружающей среды, например, для анализа влияния вредных отходов производства. Спутниковое изображение — это усложненное название фотоснимка, сделанного из космоса. Но в большинстве современных спутниковых систем вместо фотопленки используются специальные детекторные решетки, преобразующие поступающую в объектив световую энергию в цифровую информацию, которая и передается затем на землю. Спутниковые камеры предпочтительнее наводить на определенные участки поверхности, чем закреплять неподвижно или направлять строго вниз. Сами спутники движутся по постоянным орбитам, их график прохождения определенных точек земной поверхности устанавливается при запуске и, как правило, не может корректироваться в дальнейшем. Это даёт возможность надёжно исправлять угловые искажения снимков [108].

Уровень разрешения — наиболее важная характеристика изображения. При разрешающей способности в один метр, на снимке можно различить два объекта, расположенных на земле на расстоянии одного метра друг от друга, при разрешающей способности в два метра, эти объекты сольются в один. Чаще всего исследователей привлекают высокие разрешающие возможности, дающие более детальное изображение, но это палка о двух концах. Увеличение разрешения сопровождается ростом объемов файлов, снижением области обзора и повышением цен. Например, снимки земной поверхности размером 60 x 60 километров, сделанные спутниковой системой SPOT с разрешением в 10 метров, требуют около 50 МВ памяти, а аналогичные снимки с разрешением в 1 метр — более 5 GB. До использования изображений в автоматизированных системах необходима их определенная предварительная обработка. Во-первых, требуется коррекция искажений, вносимых объективами и конфигурацией платформы камеры, углом зрения и атмосферными условиями. Затем необходимо осуществить привязку, так чтобы точки на карте (например, дороги) совпали с соответствующими точками на снимке. Окончательное изображение — цифровой ортофотоснимок можно вводить в компьютер и использовать для дальнейшей работы в ГИС, или в качестве элемента карты. Что касается прав собственности, спутниковые изображения во многом аналогичны программному обеспечению. В большинстве случаев снимки не продаются заказчикам, а выдается лицензия на право их использования, которая обычно ограничивает производство цифровых копий или бумажных отпечатков. Для получения прав собственности на изображения достаточно сделать заказ на выполнение специального проекта космических или аэрофотосъемок. Однако права собственности остаются и у исполнителя заказа. Данные, предоставляемые правительством США, как правило, являются общественным достоянием, так что не стоит пренебрегать этим обширным и недорогим источником информации.

2.2.2. Принципы оперативного мониторинга поверхности Земли

Рассмотрим данные оперативных съемок, получаемых и передаваемых в реальном времени с искусственных спутников Земли (ИСЗ), в отличие от продуктов съемок фотографическими камерами, передаваемых на Землю в специальных спускаемых капсулах/аппаратах в виде отснятых пленок после окончания программы полета.

Системы получения и распространения данных оперативного мониторинга держатся на четырех «китах»:

1. Носителях съемочной аппаратуры, в данном случае - ИСЗ.

2. Собственно съемочной аппаратуре.

3. Радиоканалах передачи (или «сброса») информации на Землю.

4. Наземных комплексах приема этой информации, ее обработки и представления потребителям [28].

Коротко остановимся на фундаментальных принципах, определяющих характеристики систем ДЗЗ.

1. Носители съемочной аппаратуры, в данном случае - ИСЗ. Для ДЗЗ обычно используются два основных типа спутников: геостационарные и полярноорбитальные. Если первые ИСЗ постоянно «наблюдают» одну и ту же территорию планеты, «зависнув» над конкретной точкой экватора, то вторые, находясь на орбите, плоскость которой перпендикулярна плоскости вращения Земли, рано или поздно (чем шире полоса «захвата» аппаратуры на поверхности Земли, тем раньше настанет этот момент) оказываются над интересующей нас точкой на поверхности. Соответственно, трудно рассчитывать на наблюдение с геостационарного спутника областей севернее /южнее 50° С/ Ю широты. В силу законов небесной механики, геостационарные и полярноорбитальные спутники находятся на существенно отличающихся по высоте орбитах. По-

лярно-орбитальная же система наблюдения сталкивается с иной трудностью: спутник может оказаться над одной и той же точкой в различные периоды «местного» или солнечного времени. При этом сопоставление данных, связанное с различным солнечным освещением, оказывается весьма затруднительным, поэтому такие спутники стараются запускать на так называемые «солнечносинхронные» орбиты. Кратность периода обращения спутника и вращения Земли обеспечивает в этом случае сохранение условий наблюдения одной и той же территории.

2. Собственно съемочная аппаратура. Съемочная аппаратура для ДЗЗ, устанавливаемая на спутнике, может работать в трех основных диапазонах: оптическом, инфракрасном и радиодиапазоне – только в этих областях спектра земная атмосфера прозрачна для электромагнитных волн. В оптическом диапазоне датчики (фотоэлементы, ПЗС-линейки и т.п.) регистрируют отраженное от земных покровов и прошедшее через атмосферу солнечное излучение; в ИК-диапазоне превалирует собственное тепловое излучение поверхности Земли; в радиодиапазоне используют искусственные источники «облучения», устанавливаемые на борту ИСЗ. Поэтому возможности такого сорта съемок существенно отличаются: оптические дают наиболее качественные, привычные для наблюдателя (в случае «правильного» синтеза цветного изображения из нескольких монохроматических) изображения интересующих территорий; инфракрасные можно проводить и в темное время суток (и даже предпочтительно), наблюдая температурные аномалии поверхности, а для специфических случаев радиосъемок не является помехой даже облачный покров. Обычно съемка проводится в нескольких "узких" спектральных зонах/каналах (например, в "синей" – В, "зеленой" – G, и "красной" – R областях видимого спектра), называемых "монохроматическими". Затем проводится RGB синтез – при этом любому из каналов может быть "приписан" любой цвет.

Важнейшими с точки зрения формирования качествен-

ного изображения интересующей территории являются геометрическая (r) и радиометрическая (яркостная ΔI) разрешающие способности съемочной аппаратуры. Если первая зависит от длины волны излучения λ , диаметра объектива (антенны - в случае радиодиапазона) D и высоты орбиты H следующим образом: $r \approx \frac{\lambda}{D} H$ (1), то вторая определяется

динамическим диапазоном (количеством уровней при наблюдении разности яркостей абсолютно «черного» и «белого» тел) используемого датчика.

Так, для широко известного прибора AVHRR, применяемого на спутниках NOAA, пространственное разрешение r составляет –1 км (физический размер одного пикселя на поверхности Земли), а радиометрический диапазон составляет - 10 бит или 1024 уровней яркости, что, в свою очередь, приводит к минимальному размеру наблюдаемого объекта (например, лесного пожара) на поверхности Земли –30х30м. Для регистрации объекта необходимо, чтобы выполнялось условие

$\Delta I < I_{об} \frac{S}{r^2}$ где $I_{об}$ – яркость объекта (в данном случае максимальная – 1024 уровней), S – его площадь, r^2 – площадь элемента разрешения (пикселя) на поверхности Земли.

Из приведенного соотношения (1) также ясно, что добиться сравнимого с типичным в случае полярноорбитального спутника пространственного разрешения с геостационарных носителей гораздо сложнее.

3. Радиоканалы передачи (или «сброса») информации на Землю. Разрешающие способности аппаратуры вместе с ее «захватом», т.е. шириной полосы, в которой проводится съемка, и общим числом монохроматических каналов формируют темп необходимого для передачи на Землю информационного потока: $C = \frac{L}{r} \frac{V}{r} IN$ (2), где C - скорость информационного потока, V - скорость спутника, I -динамический диапазон каж-

дого из каналов (число бит на пиксель изображения), *N*- число каналов.

Таблица 2

Характеристики съемочной аппаратуры различных космических программ

Космические программы				
1.Па	<	10-100 m	100-	1 000-10
2. Спут- ник/ сенсор	IRS - 1C/O/P AN RA- DAR- SAT /SAR*	Spot/HRV-P Spot-4 / HRVIR-P JERS- 1/OPS, SAP* Spot/HRV-XS ADEOS/AVNIR SBERS/CCD Spot- 4/HRVIR-XS IRS-1 C/D LISSIII ERS- 1,2/AMI-SAR* SEASAT-A/SAR* 5/TM – Landsat - 6/ETM IPS- 1A/B /LissII Landsat 4- 5/RBV Resurs-O /MSU-E MOS/MESSR IRS-1 A/B/LissI Landsat 1- 5/MSS	RESURS- 0/MSU-SK IRS-1 C/D/WIFS SBERS/WF I MOS/VTIR	FY-1- 2/VHRSR NOAA 10- 14/AVHRR SEASTAR/SE AWIFS TRMM/VIRS METEOSAT 1-7/MVIRI TRMM/LISS, PR METEOR- 3M/MR-2000/ KLIMAT2 GOES, GMS.GOMS
3. Полоса захвата	J50km	J 100km	»500 km	i2 000 km
4 Ско- рость по- тока дан- ных	i100 mbps	J100 mbps	J10 mbps	J1 mbps

Наземный сектор				
5. Диаметр антенны	10m	»6- 10 m	»2-3 m	1m
6. Цена станции	»10 000 000 USD	»1 000 000 USD	»100 000 USD	» 10 000 USD
7. Количество станций	»5	»25	2	1 000

Например, для $r=10$ м, $L=100$ км, $V=8$ км/с, $N=3$, $I=8$ бит скорость передачи информации составит 192 Мбит/с или 24 МБ/с.

В таблице 2 приведены основные характеристики съемочной аппаратуры различных космических миссий и указаны соответствующие информационные потоки.

Таблица 3
Цены на спутниковые изображения

Спутник/сенсор	Страна/агентство	Количество каналов	Стоимость снимка USD	Ширина полосы съемки/кадра	Разрешение (м в одном пикселе)	Стоимость снимка площадью 100 км ² USD
Meteosat/MVIRI	Европейское Космическое Агентство	3	113	полушарие	2500	0
NOAA/AVHRR	США	5	115	2400 km	1000	0

Ресурс-О/МСУ-СК	Россия	4	1300	600km	150	0,36
IPS	Индия	4	300	130km	36	2
MOS	Япония	4	316	100km	50	3
Landsat MSS	США	4	1233	185x170 km	80	4
Ресурс-О/МСУ-Э	Россия	3	200	45km	35	10
Landsat TM	США	7	5180	185x170 km	30	16
Spot XS	Франция	3	2487	60km	20	69
Spot P	Франция	1	3133	60km	10	87

4. Наземные комплексы приема информации, обработки и представления потребителям. В свою очередь, необходимая для передачи этого информационного потока ширина полосы спутникового радиоканала «сброса» (борт-земля) зависит от энергетических характеристик как приемного (наземного), так и передающего (бортового) комплексов. Чем выше мощность бортового передатчика, чем больше диаметр приемной антенны наземного комплекса, чем ближе находится спутник к приемной антенне, тем выше пропускная способность образуемого канала связи. Так, для приведенного примера (см. п.3) диаметр приемной антенны должен быть не менее 10 м.

В зависимости от характеристик бортовых передатчиков и передающих антенн на различных ИСЗ и необходимых энергетических характеристик наземных комплексов различают следующие типы приемных антенн:

1) ненаправленные антенны (типа «Лиана»), предназначенные для приема малых (до нескольких десятков кбод) информационных потоков;

2) направленные стационарные антенны, предназначенные для приема информации;

3) направленные антенны с авто- или программным сопровождением (типа «СканЭкс», «СканЭР»), «следящие» за спутником и, тем самым, образующие соответствующий канал связи (приема информации) во время его пролета в зоне видимости наземной станции. Типичные параметры приемных комплексов (диаметр антенн и т.д.) также приведены во втором разделе таблицы 2.

В любой наземной системе приема спутниковой информации необходимо осуществить ее обработку той или иной степени сложности для дальнейшего распространения и передачи интересующих фрагментов конечному пользователю.

2.3. Создание качественных цифровых карт

Цифровые карты (ЦК), хотя и относятся к семейству картографических произведений, далеко не всегда копируют бумажные и не тождественны им. Имеется ряд специфических черт, которые определяют особенности их оценки и использования [63].

Прежде всего – способ хранения карты в виде цифровой модели с высокой точностью представления координат, недоступной для бумажных аналогов.

ЦК, как правило, хранятся в реальных географических координатах и лишены конкретного масштаба. На экране или бумаге они могут иметь любой по желанию масштаб, наследуя от масштаба оригинала лишь состав и подробность изображения объектов.

В цифровом виде важным особым параметром карт является их размер в единицах хранения информации (битах), от которого зависит скорость появления ЦК на экране и возможность работы с ней в реальном режиме времени (при разных возможностях техники).

ЦК имеют гибкую математическую основу, т.е. могут легко менять проекцию представления. На параметрах проекции представления карты основаны процедуры пересчета ЦК в

реальные географические координаты и из одной проекции в другую.

ЦК более требовательны к топологической корректности. Если «бумага терпит все», то в ЦК многие ошибки типа пропуска каких-либо объектов или излишних элементов будут служить препятствием для просмотра на экране в надлежащем виде или последующего использования (приписывания атрибутов, раскраски и др.).

ЦК не подчиняются положению, что «на карте есть только то, что на ней есть», Они могут иметь намного больше информации, чем представлено одномоментно, благодаря возможности хранения большого объема данных в свернутом виде (в связанных с картами базах данных) и оперативного доступа к ним.

Содержание легенд ЦК и их раскраска часто не могут в точности следовать своим бумажным аналогам или источникам. В ряде случаев это зависит от структуры хранения данных, технических возможностей экранного отображения карт в сильно уменьшенном виде или средств вывода карт непосредственно с компьютера на бумагу (отличие цветовых оттенков и пр.)

В цифровом виде карты легко и чаще всего бесконтрольно тиражируются, распространяясь среди пользователей без сопровождающей технической информации (метаданных) об их происхождении и точности. Созданные для одних целей, карты переходят в проекты и задачи, для которых они непригодны. ЦК не стали прерогативой картографических предприятий. Доступность программных продуктов и технических средств для их создания привели к появлению компаний и коллективов, специализирующихся на выпуске ЦК или создающих их в ходе собственных работ.

Процесс создания цифровых карт (Лебедева Н.Я и Илюнин Н.А. [63]) состоит из следующих этапов:

- 1) проект карты;
- 2) автоматизация карт;

- 3) редактирование оцифрованной карты;
- 4) перевод карты в реальные географические координаты;
- 5) проверка послыонного соответствия карт;
- 6) ввод атрибутивных данных;
- 7) оформление карты.

1.3.1. Проект карты

Проект карты позволит с самого начала правильно оценить времяёмкость и трудоёмкость процесса, силы и средства, которые потребуются для достижения конечного результата. Необходимо расписать последовательность процедур, что предупредит ложные ходы или пропуск важных этапов. Следует оценить источник цифровой карты, его физическое состояние (если это бумажный источник - степень деформации), способы и точность полученных цифровых данных (если источник цифровой), актуальность (даты выпуска и последней редакции), наличие вспомогательной информации (авторы, издатель, выходные данные проекции и т. п.). Отсутствие или низкая оценка любого из названных параметров может заведомо определить не качественность производимого продукта, который пользователи будут сопоставлять не с источником, а с реальностью. Уточнение карты или привлечение дополнительных источников (например, снимков) на первый взгляд усложнит работу, но сделает ее выигрышнее в конечном результате.

Если проект не связан с конкретной картой указанного масштаба, то стоит задуматься над тем, какой подробности источник выбрать для автоматизации. Конечно же, подробность карты зависит от цели ее использования. Тем не менее, постулат: «чем подробнее, тем лучше» и для цифровых карт не годится. В компьютерной технологии добавляются еще факторы объема карты, который она занимает на диске, оперативности работы с ней на экране, ограниченности поля экрана. Излишняя подробность может отрицательно сказаться на ее информативности, увеличивая избыточность несущественных элементов и затушевывая главные. Так, если предполагается ра-

ботать с картами, отображая территорию всей России, нет смысла использовать карту масштаба 1:1 000 000, объем и подробность которой более подходят для работы на региональном уровне (крупные регионы и субъекты федерации). Карты масштаба 1:200 000 могут оказаться избыточно информативными для крупных регионов, но хорошо подходят для работы с их отдельными районами. Не следует стремиться выбрать одну карту для всех случаев жизни. Использование карт разного иерархического масштабного ряда является для ЦК не менее актуальным, чем для бумажных. Поэтому выбор источника может привести к серии карт: от обзорных для всего района до более подробных на отдельные ключевые участки.

Когда источники ЦК определены, предстоит спланировать содержание электронной базы данных соответствующего источника. В векторных системах автоматизации карты раскладываются на отдельные, но пространственно связанные между собой слои однородных объектов. Технологически невозможно хранить в едином слое точечные и полигональные объекты, все же остальные объекты подразделяются на слои по вашему усмотрению. При составлении схемы расслоения карты следует учесть, что в разные слои разносятся, прежде всего, объекты, отличающиеся типами характеристик (те, которые связываются с разными базами атрибутивных данных). От того, как удачно это будет сделано, будет зависеть корректность и удобство работы с цифровой моделью. К каждому слою планируется набор атрибутивных данных, который будет храниться в табличной форме. Предварительно описываются структуры и взаимосвязи таблиц, которые будут хранить данные. Здесь предстоит внимательно разобраться с легендами карт и определяющими объектами карты параметрами.

Когда объем работ определен, этап завершается составлением четкого сетевого графика. Все слои должны пройти необходимую технологическую цепочку от оцифровки, корректировки и связывания с атрибутикой до совместного сопоставления и окончательного оформления.

2.3.2. Автоматизация карт

Последовательность автоматизации слоев карты не одинакова. Так, если цифруются слои административных границ и речной сети, есть смысл сначала оцифровать реки, а затем границы, поскольку последние будут содержать многие сегменты первых, которые нужно просто скопировать или координатно совместить. Населенные пункты также удобно вводить при наличии речной сети, чтобы контролировать их местоположение. Дорожную сеть, наоборот, удобнее контролировать по уже оцифрованным населенным пунктам, через которые и к которым они идут.

Чтобы не возвращаться к слоям для их уточнения по несколько раз, стоит заранее построить схему последовательности их автоматизации и сопоставления. Наиболее традиционные способы автоматизации карт – ввод данных с клавиатуры или из уже готовых файлов в других форматах, оцифровка на дигитайзере или на экране и сканирование с последующей векторизацией. Если координаты объектов вводятся в компьютер с клавиатуры, то важно, с какой точностью и каким образом они получены. Большинство систем хранит графические объекты в десятичных значениях градусов с высокой точностью (в ARC/INFO с двойной точностью). Если данные координат сняты грубо, скажем, до минут, то пересчет их в десятичные координаты с высокой точностью даст обратный эффект – не повышение точности, а скрытое округление. При получении исходных данных с бумажных карт имеет значение, с карт какого масштаба они сняты и с какими по подробности изображения графическими объектами предполагается их использовать. Действует традиционное картографическое правило, что информация обязательно должна сниматься с более подробных карт, т. е. более крупного масштаба.

Особо следует сказать о загрузке данных из файлов других форматов в форматы создания карты. Большинство таких преобразований не проходит бесследно для качества: потеря или иная интерпретация данных, несоответствие требованиям

(например, топологической корректности) системы и т.п. Поэтому кажущаяся простой процедура может повлечь за собой большой объем работ по восстановлению утерянной или дополнению отсутствующей информации.

Два других способа – оцифровка карт по бумажному оригиналу или его растровому изображению на экране и сканирование карт для последующего преобразования в векторный формат – будут во многом зависеть от качества бумажных исходников и точности приборов. Сейчас бесспорное предпочтение по качеству получаемых результатов и меньшей трудоемкости отдается сканерной технологии. Сканирование занимает буквально минуты, а автоматическая векторизация проходит без участия оператора. Тем не менее, сканерные технологии имеют ряд подводных камней: высокие требования к качеству оригинала, сложности с вычленением цветов и удалением надписей и условных значков, неоднозначность векторизации объектов, изображенных сложными условными знаками, таких, как железная дорога, и т.п. Да и сама карта по техническим требованиям многих сканеров должна быть на достаточно тонкой и не проскальзывающей основе. Неудовлетворительный результат может дать векторизация при очерчивании полигонов с нечеткими границами, когда появляется эффект «кружевной линии» при отсутствии тонкой настройки или не очень хорошем качестве источника и, наоборот, слишком большим закруглением изрезанного контура. Постоянное регулирование зернистости векторизации возможно лишь в полуавтоматическом режиме, что может превратить работу в бесконечную настройку программы на каждый отдельный объект. При неудачной векторизации правка полученной векторной карты может превратиться в обычную работу по оцифровке (переоцифровке) сканерного изображения на экране. Но и в этом случае результат может быть лучше, чем при цифровании на дигитайзере в силу ряда причин. Главная из них – возможность значительно увеличить исходную карту на экране и тщательно оцифровать (не выходя за пределы линии) даже са-

мые сложные для электронного ввода мелко извилистые объекты. Дигитайзерная технология, помимо того, что вовлекает времяёмкий ручной труд, имеет еще ряд причин снижения точности карт. Одна из них — многократная регистрация по контрольным точкам, которая при значениях выше 0,003» может вносить существенные искажения графики. Другая причина – отрыв графического изображения на экране от оригинала на дигитайзере, которые приходится сопоставлять на расстоянии в разных масштабах на глаз. Выбор способа автоматизации карты лучше базировать на тестировании – проверочных вводах графической информации небольших участков карты разными способами. Это позволит существенно сэкономить время и заведомо определит качество работ.

В ЦК, хотя и нет фиксированного масштаба, образ исходного масштаба хранится в составе и подробности изображения графических объектов. В каком бы масштабе вы ни изображали затем эти карты на экране или на бумаге, вы не увидите более подробных элементов, чем те, которые были введены с источника конкретного масштаба. Поэтому не стоит упрекать электронную карту в грубом отображении объектов, если вы ее увеличили на порядок по сравнению с исходным масштабом.

2.3.3. Редактирование оцифрованной карты

Вторым после ввода графики шагом, как правило, является выявление и исправление ошибок. Получить безупречно правильную графику после оцифровки или векторизации даже при имеющихся функциях корректировки в процессе цифрования практически невозможно. Технология и способы последующей обработки электронных карт во многом определяют и качество конечного продукта. Наиболее типичные ошибки графики электронных карт – пропущенные или лишние объекты, несвязанность или переход через узел дуг, отсутствие или

более чем одна метка в полигонах, повторно оцифрованные дуги.

Большинство этих ошибок выявляется программным способом, если программа позволяет строить и поддерживает топологические отношения объектов. Поддержка топологических отношений – одна из важнейших особенностей программных продуктов, определяющих качество производимых в них электронных карт. Так, в ARC/INFO автоматически будут выявлены все названные типы ошибок: повисшие дуги незамкнутых полигонов или несоединенных дуг, ошибки меток. Выявление последних особенно удобно для идентификации мелких, незаметных на глаз «петель» - лишних, как правило, очень маленьких по площади полигончиков, которые могут возникнуть в разных ситуациях даже при аккуратном цифровании или векторизации. Избавиться от таких ошибок достаточно просто в автоматическом режиме, хотя эта процедура таит в себе много опасного для качества карты. Так, процедура автоматического замыкания узлов, которую можно применить ко всей карте, может убрать ошибки в одних ситуациях и породить в других. Причем выявить последние (например, «схлопывание» очень мелких дуг) будет намного сложнее, поскольку эти ошибки не будут нарушать логики топологических отношений. Избежать такой ситуации можно при тщательном подборе допусков автоматического исправления ошибок.

Тем не менее, опыт показывает, что при использовании автоматических алгоритмов исправления ошибок всё же часть работы лучше оставить для «ручной» правки, чем, например, сильно загрузить допуски замыкания узлов или повторить автоматическую процедуру замыкания несколько раз.

Выявление пропущенных или ошибочно привнесенных при автоматизации графических объектов, не нарушающих топологических отношений, удобно проводить путем наложение полученной векторной карты на сканерное изображение исходника. В ARC/INFO эта процедура достаточно хорошо

проработана для визуального совмещения карты и изображения независимо оттого, что они существуют в разных системах координат (цифровая карта - в координатах снимаемого прибора, бумажная - в единицах проекции с учетом масштаба). Кроме того, многие операции проверки основаны на топологических отношениях, и их можно легко дописать на языках настройки SML и AML, что существенно ускорит процесс проверки и редакции карты.

После того как явные ошибки графики устранены, занимают более мелкими дефектами, которые, впрочем, могут существенно сказаться на качестве карты. Речь идет о точности передачи формы линейных объектов. Дело в том, что суть векторного формата хранения данных состоит в хранении координат отдельных точек, между которыми аппроксимируются прямые линии. Естественно, что в общем случае, чем чаще проставлены точки, тем плавнее линии. При ручном цифровании «зернистость» определяется самим оператором на глаз и качество выходящей из-под его руки карты зависит от опыта, интуиции и картографической подготовки. При автоматической векторизации шаг цифрования одинаков по всей карте. В этом случае любое отклонение от оптимума в плюс (более подробно) или в минус (менее подробно) сказывается отрицательно на качестве результата. Линии с очень мелким шагом цифрования велики по объему и медленно выводятся на экран, при большом шаге графические линейные объекты получают «угловатыми» и при увеличении выглядят скорее ломаными, чем плавными линиями.

Для исправления недостатков первого типа (избыток точек) используют автоматическую генерализацию. Эта процедура очень неоднозначна в традиционной картографии и поэтому не полностью формализуема. Генерализация всех линейных графических объектов с одинаковыми параметрами не дает хороших результатов, а скорее, ведет к большим искажениям. Подбор же шага генерализации для отдельных дуг – достаточно кропотливая и времяёмкая работа. Нужны более тон-

кие механизмы генерализации, которые способствовали бы улучшению восприятия карты при сохранении её точности. При недостатке точек используют способ их автоматического добавления в режиме сглаживания. Опять-таки, обработка всей карты в автоматическом режиме ведет к неоправданному «утяжелению» карты за счет добавления дополнительных точек там, где они не требуются (например, на абсолютно прямых линиях). Могут быть сглажены резкие изломы линии, где они в действительности таковы.

2.3.4. Перевод карты в реальные географические координаты

Следующим важным шагом процесса производства электронной карты является перевод координат, в которых получена ЦК, после цифрования или векторизации в реальные географические координаты. Этого не потребуются, если вы вводили координаты уже в реальных значениях координат. Если карту оставить в координатах дигитайзера или сканера, то она будет непригодна для совмещения с другими картами и для проведения измерений.

Проектирование - одна из наиболее сложных операций, поскольку требует достаточно глубоких сугубо картографических знаний. Опасность в том, что ошибки проектирования могут свести на нет всю предыдущую тщательную работу. Неправильно спроектированные карты будут безнадежно искажены.

Как правило, программные продукты по производству карт имеют в арсенале своих функций процедуры пересчета сферических координат (градусов) в прямоугольные координаты различных проекций. Так, ARC/INFO поддерживает более 50 типов проекции, большинство которых требует настройки (задания параметров) со стороны оператора. Для перевода цифровой карты в реальные географические координаты необходим ее изначальный пересчет в проекцию исход-

ной карты. Если на карте приводятся все параметры проекции и проекция поддерживается программой, сложностей не будет при условии аккуратного следования технологии преобразований. Но и в этом случае следует использовать как можно больше реперных точек. Если параметры проекции на исходнике не приводятся, то ошибиться в их определении очень легко. В ARC/INFO, например, об ошибке проекции вы догадаетесь по рассчитываемой программой среднеквадратичной ошибке аффинных или проективных преобразований по каждой из реперных точек. Допустимость ошибки не должна превышать толщину линии на исходнике или способность глаза различать линии на расстоянии 0,1 мм (т. е. смещение объектов может быть не более чем 0,1 мм в масштабе исходной карты). Опять-таки точность пересчета будет зависеть от точности хранения координат. В любом случае, каждый пересчет проекции ведет к определенной потере точности из-за округлений координат. Чтобы не связываться со сложной задачей поиска параметров проекции, пользователи предпочитают иметь дело с электронными картами, хранящими координаты в градусах. Ряд выюеров карт (например, ARCVIEW версии 2 и старше) включает утилиты виртуального пересчета и представления карты в той или иной заказанной пользователем проекции, если координаты карты хранятся в градусах. То есть после пересчета карты в родную проекцию исходника предстоит еще один пересчет в градусы. Каждое такое преобразование вносит определенные искажения в графику, так что не стоит злоупотреблять многократным физическим пересчетом карты из одной проекции в другую.

2.3.5. Проверка послыонного соответствия карт

Одна из особенностей электронных карт - хранение графических объектов послыоно, в отдельных, но связанных между собой графических базах данных, в связи с этим целый ряд ошибок связан с повторным цифрованием одних и тех же объ-

ектов, входящих в разные слои, или с плохой согласованностью взаимосвязанных элементов карты. Любые дефекты такого типа легко выявляются при наложении слоев и использовании возможностей увеличения изображения. Плохая согласованность слоев цифровой карты – не всегда ошибка ввода координат, а зачастую результат некачественного источника (например, полиграфического сдвига цветов). В результате поселения попадают в русла рек, мост попадает на сушу. Тут приходится отдавать предпочтение логике в ущерб точному соответствию исходника. Исправлять такие ошибки не просто. Так, при сильном несоответствии объектов на разных листах карты (нестыковка) неоднозначность решения может привести к искажениям действительности. В таких случаях лучше сохранить неточность, пометив ее особым знаком, и вернуться к ней при наличии дополнительной информации.

2.3.6. Ввод атрибутивных данных

После того, как графика карты приведена в порядок, объектам приписываются атрибуты. Эта процедура особенно уязвима для внесения ошибок оператором, поскольку часто одновременно приходится сразу же кодировать свойства, а работа с цифрами больше всего подвержена ошибкам. Значительная часть ГИС хранит информацию в реляционных СУБД, которые могут потребовать некоторой перестройки, а порой и полного изменения структуры легенд карт. Разработка системы базы данных - неперемный этап создания ЦК. Известно, что в цифровых картах часто атрибутику удобнее хранить в кодах и сопровождать их справочными таблицами. Подготовка кодировочных таблиц - достаточно ответственный момент для сохранения соподчинения и набора семантики. Иногда, чтобы избежать потери информации, структура таблиц может представлять связанные между собой цепочки более простых, таблиц, которые более корректны и удобны, чем единая громоздкая реляционная таблица, включающая всю базу данных. Сле-

дует только заранее убедиться в возможности связывания таблиц в тех системах, в которых предполагается использование карты. Чтобы карта не потеряла своей информативности, а значит и качества, необходимы тщательные проверки соответствия приписанных атрибутов исходным данным, а также полноты охвата необходимой информации источника. Удобно проверять карту при подложенном отсканированном цветном изображении исходника, закрашивая ЦК для проверки с использованием той же легенды, что и у оригинала. Это облегчит выявление ошибок при сравнении цифровой карты с исходной. Нелишне проверить и логику исходных данных, например одинаковых атрибутивных значений у соседних полигонов, когда границы на графике качественно ничего не разграничивают; наличие у объектов противоречивых атрибутов в одной и той же или в сопряженных картах и др.

Так, проверенные на логику Исходные авторские карты электронного атласа мира «Наша Земля» содержали до 30% ошибок. Большая их часть не обнаруживается «на глаз», а требует специальных автоматических процедур выявления.

2.3.7. Оформление карты

Оформление электронной карты, несмотря на большое преимущество множественного эксперимента, достаточно трудоемкая процедура. Это связано с тем, что принятые картографические правила определяют привычное восприятие (узнаваемость) карты. Поэтому для оформления карт предварительно требуется разработка недостающих или условных знаков, соответствующих принятым в картографии стандартам. С одной стороны, нет смысла отступать от картографических традиций в оформлении карт, например, использования принятых цветовых гамм или условных знаков для определенных тематических карт. С другой, компактное изображение на экране, подсвеченные цвета воспринимаются иначе, чем на бумаге. «Плавающий» масштаб электронных карт может сни-

зять восприятие штриховок и значков, которые масштабируются вместе с изображением. Так что разработка способа оформления карты неизбежна.

В оформлении электронных карт не стоит стремиться к полному соответствию бумажным аналогам и выносить на них всю имеющуюся в базе данных информацию. Перегруженность карты отрицательно скажется на ее качестве. Один из путей разгрузки электронной карты – создание серии взаимосвязанных карт, отражающих разные характеристики базы данных.

2.3.8. Описание карты

До того как ЦК будут считаться пригодными для использования, они должны быть тщательно задокументированы. Метаданные карты – важный атрибут и единственный источник, хранящий полную информацию о параметрах проекции, масштабе исходника, цели и технологии создания, авторстве и легендах (содержании, кодах) этого произведения. Без таких данных трудно оценить пригодность карты для того или иного использования. Существуют уже стандарты, в том числе и международные, на метаданные цифровых карт.

Приведенный выше обзор технологической цепочки и возможных причин появления ошибок в цифровых картах свидетельствует о том, что процесс создания цифровых карт имеет определенный порядок и включает постоянную проверку качества получаемого на каждом этапе продукта. Проверки качества карты в целом и отдельных ее слоев может занимать до 50% времени, потраченного на автоматизацию. Однако без различных видов тестирования нельзя рассчитывать на получение профессионально безупречного качественного картографического продукта [63].

2.4. О некоторых современных проблемах цифрового картографирования

Производственное объединение «Инженерная геодезия» (Новосибирск) имеет более чем 10-летний опыт создания цифровых топографических карт и планов (ЦТК). За этот период с применением различных программных средств и технологий было получено около 2 000 номенклатурных листов ЦТК масштабов от 1:1 000 000 до 1:500. Исходя из опыта работы, Кравченко А.Ю. и Чепкасов А.П. [60] отражают типичную точку зрения специалистов Роскартографии по проблемам отечественного цифрового картографирования. Рассмотрим их более подробно.

2.4.1. Проблемы исходных картографических материалов

Первая из этих проблем – старение исходных картографических материалов. Финансирование предприятий Роскартографии из государственного бюджета значительно сократилось. Как следствие, увеличились сроки обновления карт, сегодня, например, на некоторые малообжитые, но перспективные нефтегазоносные территории Западной Сибири топографические карты средних масштабов не обновлялись около 30 лет. Таким образом, в ряде случаев создавать цифровые карты по имеющимся традиционным не имеет смысла по причине старения последних.

Кроме того, процесс составления традиционной топографической карты является творческим. Качество получаемой карты существенно зависит от квалификации ее составителя. Но, каковы бы ни были его опыт и знания, известно, что человек как устройство переработки информации характеризуется довольно низкой надёжностью. По некоторым исследованиям, человек делает одну ошибку на 100 операций. Эту особенность антропотехнических комплексов принято называть человеческим фактором.

Следовательно, ошибки на картах при ручной технологии составления неизбежны, и с этим приходится либо мириться, либо искать альтернативные технологии. Указанные

ошибки могут быть исправлены при их обнаружении в процессе составления карты, когда все исходные материалы под рукой. Но при цифровании они, как правило, неустранимы, так как отсутствуют первичные материалы (абрисы, аэроснимки, материалы дешифрирования и т.п.).

Наконец, проблема картографических материалов проявляется еще в том, что карта, как канал передачи информации, обладает определенными ограничениями, в частности на объем передаваемой информации. При составлении карты из всех элементов ее содержания рельеф принято наделять наименьшим приоритетом. Поэтому при очень высокой плотности элементов ситуации горизонтали или подписи высот земной поверхности на карту не наносятся, чтобы избежать перегруженности карты. Как следствие, нередко на некоторых участках плана застроенных территорий рельеф представлен с недостаточной подробностью. При создании цифровой модели рельефа программным путем земная поверхность на таких участках сглаживается так, что ошибки определения высот по модели могут намного превышать допуски, установленные для исходной карты.

Еще один тип ошибок на исходных картографических материалах связан с методологией. Как известно, карты мелкого масштаба по соображениям рациональности часто составляются по картам более крупного масштаба. Такая технология, на первый взгляд вполне безобидная, может являться причиной интересного типа ошибок. Так, при обновлении одного листа карты масштаба 1:1 000 000 по космоснимкам такого же масштаба было обнаружено, что большое количество отображенных на карте малых озер не видно на космоснимках. Анализ причин данного факта показал, что первичными являлись карты масштаба 1:100 000, затем по ним были составлены карты масштаба 1:200 000, а по ним – карты масштаба 1:500 000, а уже последние использовались для создания карты масштаба 1:1 000 000. На каждом из этапов размеры малых озер несколько преувеличивались, так что в итоге линейные размеры

многих из них были увеличены примерно в 10 раз, а площади - почти в 100 раз.

2.4.2. Технологические проблемы

Ряд проблем цифрового картографирования связан с используемыми технологиями, техническими средствами, программным и информационным обеспечением. Что касается технических средств, то сегодня эти проблемы решены.

В настоящее время эффективность технологий создания цифровых карт практически полностью определяется качеством программного обеспечения. Чтобы более конкретно говорить о программном обеспечении, его необходимо разделить на две категории: импортное и отечественное. Зарубежное программное обеспечение существенно дороже отечественного; часто стоимость программных средств для одного рабочего места превышает стоимость оборудования. Кроме того, локализованные версии программного обеспечения либо отсутствуют, либо появляются с опозданием.

Правительственные организации различных стран принимают необходимые меры по защите информационных систем, используемых в государственных нуждах; аналогичная политика проводится и в России, Поэтому ПО «Инжгеодезия», как предприятие Федеральной службы геодезии и картографии России, ориентируется в своей практике на программное обеспечение российских производителей. Отечественное программное обеспечение в целом характеризуется более приемлемой стоимостью, но его функциональные возможности отстают от ожиданий и потребностей производства. Кроме того, иногда, последующие версии программного обеспечения утрачивали совместимость с предыдущими, что и приводило к необходимости заново повторять цифрование.

Самая серьезная проблема в цифровом картографировании – отсутствие национальных стандартов на классификацию и кодирование топографической информации и форматов об-

мена цифровыми топографическими данными. На некоторые масштабы имеется несколько классификаторов, и перевод данных из одного классификатора в другой сопровождается потерей информации. И если организации Роскартографии обмениваются между собой классификаторами, то перед другими, в особенности небольшими, фирмами открываются широкие горизонты для творчества. Определенное количество этих фирм занимается цифровым картографированием незаконно, не имея необходимых лицензий и квалифицированных специалистов.

Чтобы ограничить изготовление и распространение цифровых топографических карт и планов сомнительного свойства, предлагается [60] нормативным актом ввести в практику обязательность получения сертификата качества на цифровую топографическую продукцию всеми организациями изготовителями. Эта мера окажет более сильное воздействие, чем требование применения сертифицированных программных средств, так как их использование само по себе не исключает возможности выпуска некондиционной продукции.

2.4.3. Проблемы готовности потребителей к использованию ЦТК

Следующая проблема – уровень готовности различных категорий потребителей к использованию цифровой топографической продукции. У подавляющего большинства потенциальных пользователей отсутствуют возможности внедрения информационных систем, либо нет почти никакого представления о преимуществах их применения для управления территориями или распределенными в пространстве комплексами и системами, так как эти вопросы рассматривались до сих пор преимущественно в специальных изданиях. Основными причинами недостаточного распространения ГИС-технологий в России, с нашей точки зрения, являются экономический кризис, низкий общий уровень информатизации, слабая информи-

рованность о возможностях ГИС, отсутствие специалистов, дефицит программного обеспечения для решения задач конечных пользователей и в ряде случаев психологическая неготовность к применению новых технологий управления.

2.4.4. Теоретические проблемы

Многие проблемы практики цифрового картографирования обусловлены незавершенностью теоретических основ. Это видно даже на уровне концептуальных представлений и терминологии.

В качестве примера можно задать вопросы: «Что создается в результате цифрования и что нужно пользователю - цифровая карта или цифровая модель местности?» Хотя эти термины нередко используются как синонимы, но это разные понятия. Содержание цифровой карты может быть выражено в чисто графических терминах, таких, как цвет, толщина и текстура линий, тип шрифта и т.п. Содержание цифровой модели местности должно описываться в терминах объектов местности, их свойств и отношений. Цифровую карту можно рассматривать, но ее нельзя использовать для автоматизированного решения задач пользователя.

Продукт, который сегодня получает пользователь, представляет собой нечто промежуточное между цифровой картой и цифровой моделью местности. Наряду с описанием объектов местности он содержит и такие «объекты», которые на местности отсутствуют: надписи, бергштрихи, пересечения координатной сетки и т.п. Очевидно, что некоторые свойства объектов должны иметь разное представление в цифровой карте и в цифровой модели, примером такого свойства может служить направление течения реки.

Продукт, получаемый пользователем, может включать оцифрованные горизонталы и надписи высот точек местности (вполне уместные в цифровой карте), но при этом не содержать цифровой модели рельефа. Таким образом, он представ-

ляет собой некоторый полуфабрикат и решение задачи построения цифровой модели рельефа по оцифрованным горизонталям и отметкам отдельных точек возлагается на пользователя.

Не получила удовлетворительного решения и, к сожалению, не находит должного внимания фундаментальная проблема внутренней организации больших баз географических и топографических данных. Эта проблема решающим образом влияет на эффективность геоинформационных систем, так как быстрдействие алгоритмов решения задач поиска необходимых данных определяется их структурой.

Другим важным и перспективным направлением развития функциональных возможностей ГИС является переход от обработки данных к обработке знаний. Даже самые известные и развитые в настоящее время геоинформационные системы основаны на устаревших концепциях и вопреки утверждениям их разработчиков не могут считаться функционально полными.

2.4.5. Пути решения некоторых проблем

Решение некоторых из перечисленных проблем, в частности повышения качества продукции и снижения ее стоимости, во внедрении новейших технологий, прежде всего методов цифровой фотограмметрии. Безусловно, сегодня [60] и в обозримом будущем они представляются наиболее прогрессивными. В ближайшие два–три года можно ожидать массового внедрения этих технологий. Применение методов цифровой фотограмметрии позволит:

- ✓ решить проблему старения существующих карт;
- ✓ решить частично проблему упоминавшегося ранее человеческого фактора;
- ✓ повысить геометрическую точность создаваемых карт;
- ✓ улучшить качество цифровых моделей местности путем ликвидации «белых пятен» в аспектных моделях;

- ✓ повысить культуру производства, полностью избавиться от мокрых фотографических процессов и сделать картографическое производство экологически более чистым;
- ✓ сократить продолжительность производственного цикла от времени залета до печати тиражных оттисков с двух-трех лет до одного-полутора лет;
- ✓ значительно повысить коэффициент автоматизации производства в результате создания автоматизированного информационного конвейера;
- ✓ в дальнейшем значительно увеличить производительность за счет повышения «коэффициента интеллектуальности» программного обеспечения, автоматизации многих операций.

Исторически сложилось так, что большинство топографо-геодезических и картографических организаций в России быстро прошли этап применения дигитайзеров (а некоторые его вообще миновали) и приступили к использованию сканерных технологий. Сейчас наша главная задача – покончить с цифрованием быстро устаревающих карт и освоить перспективные технологии получения и обновления карт непосредственно по аэроснимкам на основе методов цифровой фотограмметрии.

2.5. Методика создания карт оценки рекреационного потенциала с использованием ГИС-технологий (на примере Мурманской области)

Основные туристические центры на Севере России тяготеют к крупным населенным пунктам — Мурманск, Кандалакша, Воркута, Мезень и др. Особенно широко рекреационная деятельность развивается в Мурманской области.

Чтобы оценить рекреационный потенциал этого региона (В.С. Тикун, Т.М. Красовская, .Р. Сатаев, [100]) использовали понятие рекреационной системы, разработанное коллективом авторов гео-

графического факультета МГУ под руководством Н.С. Мироненко. Рекреация (recreatio (лат.) – восстановление), как гетерогенный объект исследования требует междисциплинарного подхода, а оценка потенциала ее развития опирается на понятие рекреационной системы, которое включает разнообразные социальные, демографические, медико-биологические, экономические и другие характеристики. Природные и культурно-исторические комплексы служат в качестве ресурсной базы рекреационной системы. Исследование региона было связано с рядом трудностей, а именно, с недостатком данных и слабым развитием рекреационной структуры. Чтобы обеспечить весь комплекс работ по оценке и визуализации многообразных пространственно-распределённых данных, созданию рекреационных ГИС и моделированию в сфере рекреации, необходимо было применить современные геоинформационные технологии. Оценка рекреационного потенциала по данной методике с использованием ГИС-технологий проводилась впервые. В данной работе использовано программное обеспечение компании ESRI PC ARC/INFO и ArcView GIS.

Выделим основные этапы работ:

- ✓ ввод пространственных и атрибутивных данных;
- ✓ создание матриц исходных показателей;
- ✓ формирование атрибутивных и графических БД;
- ✓ компьютерная обработка данных, расчет синтетических показателей;
- ✓ интерактивный анализ и построение карт в среде ARC/INFO, ArcView GIS
- ✓ вывод на печать тематических карт;
- ✓ выработка рекомендаций по развитию рекреации в регионе;

Оценка рекреационного потенциала территории основана на последовательном анализе характеристик всех ее элементов. Эти характеристики были сгруппированы в три основных блока: медико-биологический, психолого-эстетический и функционально-хозяйственный. Каждый блок включал такие показатели, как заболеваемость, загрязнение тяжелыми металлами, количество дней с осадками, частота полярных сияний, энергообеспеченность и т. д. В целом, около тридцати показателей по всем блокам группировались

в отдельные матрицы для каждого вида рекреации. Оценка производилась для познавательной, спортивной и оздоровительной рекреации зимнего и летнего периодов.

Территория была разбита на 157 квадратов разных размеров. Содержательные показатели матрицы формировались из данных, которые считывались по сетке квадратов. Квадраты со стороной 50 км охватывали территории с монотонным характером природных и экономических характеристик. В районах высокого разнообразия квадраты делились либо пополам, либо на 4 и 8 частей, что позволило значительно детализировать территориальную привязку информации. Картографической основой послужила общегеографическая карта Мурманской области масштаба 1: 2 000 000.

Для расчета разнородных показателей вычислялись интегральные синтетические характеристики, чтобы на основе всего комплекса доступных показателей оценить перспективность выделов для развития рекреации. Для этих целей использовалась методика В.С. Тикунова. Суть ее состоит в нормировке исходных показателей матрицы. Нормирование позволяет соизмерить данные с содержательных позиций. Суммарные значения оценочных характеристик, как синтетический показатель, показывают отклонения от наилучших или наихудших характеристик.

В результате были получены данные для создания оценочных карт развития познавательной, спортивной и оздоровительной рекреации. В качестве цифровой основы была использована карта DCW масштаба 1:1 000 000, качество которой вполне удовлетворяло задачам первичной оценки территорий. Карты создавались в среде ARC/INFO. Границы участков с различным потенциалом проводились с учетом рельефа. В качестве подложки использовались слои рек, озер, а также растровое изображение рельефа. Помимо оценочных карт были созданы: точечные слои «Памятники природы, истории и архитектуры», «Гостиницы и дома отдыха» с количеством мест в них, слой «Национальные парки, заповедники и заказники».

Манипулирование созданными слоями и анализ серии полученных карт в среде ArcView GIS для развития познавательного, спортивного и оздоровительного туризма позволило дать первичную оценку. Анализ «летней» карты показывает, что Мурманская область достаточно богата ресурсами для развития познавательной рекреации, о чем свидетельствует большое количество территорий с

высоким потенциалом: район Мурманска, Хибин, Терского берега, Иоканги, Ловозерских тундр и др. Здесь много памятников природы, истории и культуры и, одновременно, благоприятные климатические характеристики. Умеренным потенциалом для развития летней познавательной рекреации обладают большие территории, граничащие с Норвегией и, частично, Финляндией, Республикой Карелия, и расположенные в центральной части Кольского полуострова (Прихобиные, Ловозерский район), нижнем течении Пооя, по Терскому берегу, на многих участках Мурманского берега. В группу районов с низким рекреационным потенциалом попали преимущественно восточные сильно заболоченные внутренние территории Мурманской области, а также районы с достаточно высокими уровнями загрязнения из-за трансграничного переноса — Мончегорский, Печенга-Никельский, Ковдорский участки, расположенные в западной части Мурманской обл.

Наиболее перспективный путь оздоровления экологической и экономической обстановки на Российском Севере состоит в реконструкции структуры природопользования. По этому пути идут практически все приарктические государства. Рекреационное использование территории — одно из перспективных направлений диверсификации природопользования[100].

2.6. Атласное картографирование

Электронный комплексный атлас континентов "Наша Земля" (Arc Atlas: "Our Earth"), созданный при кооперации с Институтом исследований систем окружающей среды (ESRI Inc.) США и изданный на CD-ROM в 1997 г., относится к атласам нового типа, соединяющим в целостном человеко-машинном комплексе географо-картографические сведения и геоинформационные технологии.

А.А. Лютый, Н.Н. Комедчиков, Д.С. Асоян, Л.В. Логинова[65] описали подробно состав и возможности Атласа. Он состоит из **семи крупных частей**, систематизирующих материалы по континентам Земли. В пределах каждого континента они группируются по шести тематическим направлениям в соот-

ветствии с ведущими компонентами – сферами географической оболочки планеты:

- ✓ **техно- и социосфера:** карты политического деления, плотности населения, крупных городов, социальной инфраструктуры (транспортных путей – железных и автомобильных дорог, плотности транспортной сети, нефте- и газопроводов, международных аэропортов, электростанций, добывающей и обрабатывающей промышленности, сельского хозяйства);
- ✓ **ландшафтная сфера и биосфера:** карты почв, растительности, животного мира, земельных угодий, современных ландшафтов, охраняемых территорий;
- ✓ **литосфера:** карты геологического строения, разломов, четвертичных отложений, сейсмичности, вулканов; морфоструктуры и морфоскульптуры, высочайших вершин, ударных кратеров, полезных ископаемых;
- ✓ **атмосфера:** карты солнечной радиации, температуры воздуха (год, январь, июль), продолжительности безморозного периода, осадков (год, январь, июль);
- ✓ **гидросфера:** карты гидрографической сети, полного речного стока, подземного стока, водохранилищ, снежного покрова, ледников, много-летнемерзлых пород.

Исходные масштабы карт 1 : 10 000 000 (для Европы), 1 : 20 000 000 (для Северной и Южной Америки, Африки и Антарктиды), 1 : 25 000 000 (для Азии и Австралии). Карты дополняются космическими и наземными фотоснимками, сопровождаемыми аннотациями.

Атлас содержит обширный справочный материал. Путеводителем по нему служит пояснительный текст, который организован в виде гипертекста таким образом, чтобы пользователь мог легко и быстро ориентироваться в структуре и содержании произведения. Он содержит сведения о том, как пользоваться электронным атласом, общие и развернутые характери-

стики каждого тематического раздела. Последние включают вводные знания о явлении, информация о котором содержится в картографическом цифровом информационном слое, раскрывают методику сбора и обработки первичных материалов, а также кратко освещают закономерности и особенности географии размещения явления в глобальном масштабе и в пределах каждого континента. Дают они и определения и пояснения ключевых терминов. Разделы предваряются справками о входящих в них картографических сюжетах. Выбрав на компьютере какой-либо из них, пользователь попадает в меню тематической серии карт (цифровых информационных слоев), из которого можно получить информацию о перечне атрибутивных (содержательных) характеристик объектов картографирования, ознакомиться с легендой, вызвать на экран монитора любой картографический сюжет из данной серии и получить его описание. В описаниях картографических сюжетов дана система ссылок на дополнительные источники информации. По ключевым словам, выделенным в тексте на экране монитора цветным курсивом, можно получить справку из словаря по специальным терминам, обратиться к сопутствующим картам, вызвать на экран космический снимок с элементами тематического дешифрирования либо наземный слайд, иллюстрирующий тот или иной картографический объект.

Система ArcView обеспечивает возможность быстрого доступа к картам, снимкам, атрибутивным таблицам и к другой информации, причем вся эта информация может быть одновременно представлена на дисплее. ArcView позволяет выбирать изображения, анализировать и совмещать различные тематические слои, изменять цвета, штриховки, формы и рисунки знаковых обозначений, создавать новые картографические сюжеты, опираясь на атрибутивные базы данных, дополнять базы данных новыми атрибутами или обновлять уже имеющиеся характеристики. Работа с атласом во многом зависит от навыков и познавательных интересов пользователя, его фантазии, желания и потребности экспериментировать. Глав-

ное в последнем случае – возможность использования атласа в качестве своеобразного географо-картографического конструктора. Из всей представленной, а также добавленной информации можно построить любую комбинаторную пространственную композицию. Благодаря новизне электронного воплощения в виде активной ГИС-версии и комплексному содержанию атлас принадлежит к новому типу фундаментальных электронных атласов, посвященных планете Земля[65].

Тенденции и перспективы атласного картографирования. В современной отечественной атласной картографии наметились новые тенденции отображения глобальных проблем человечества. Произошел поворот от атласов инвентаризационных срезов состояния планеты Земля на пороге третьего тысячелетия к проблемным атласам, раскрывающим широкий спектр взаимоотношений общества и природы: экологию, чрезвычайные ситуации, а также проблемы глобализации, устойчивого развития и др. Речь идет о новых атласах, создаваемых в Институте географии РАН:

Атласе природных и техногенных опасностей и рисков на территории России и Атласе Курильских островов [66, 67], а также разрабатываемых на географическом факультете МГУ Атласе устойчивого развития России[31] и Экологическом атласе России [30]. Но, пожалуй, важнейшей задачей географов, картографов, других специалистов в области атласной картографии в ближайшие годы станет реализация многотомного Национального атласа России – фундаментального комплексного картографического произведения, призванного дать целостное представление о природе, населении, хозяйстве, экологии, истории и культуре нашей страны.

Дальнейшие перспективы атласного картографирования связываются с развитием геоинформационных и мультимедийных технологий, с трансформированием традиционных атласов и атласов-монографий в мультимедийные, электронные атласы-энциклопедии, в которых наряду с картами и текстами к ним важное место будет отведено аудиовизуальной инфор-

мации: снимкам, звуку, анимационным картографическим фильмам, трехмерной графике. "Статичная" карта превратится в "живое" картографическое изображение, которое можно будет просматривать в различных масштабах, что позволит проследивать динамику изменения изображаемого явления на карте во времени. Благодаря наличию карт-реконструкций и карт-прогнозов, появится возможность непосредственно увидеть конкретные объекты картографирования, также связанные с тематикой карты фотографии, видеofilьмы. При необходимости, используя аудиозаписи, можно будет даже "услышать" эти объекты (например, голоса птиц или другие звуки природы). Важным звеном информационного обеспечения атласа будут космические и аэроснимки. Появятся широкие возможности работы с материалами атласа: совмещение снимков и карт одного масштаба; построение профилей по любым маршрутам и блок-диаграмм выбранных участков местности; осуществление управляемого "полета" (перемещения) по карте в заданном направлении; разработка картографических сценариев развития различных процессов и явлений.

Атласная картография имеет большое будущее. Она востребована обществом, государством. Значение атласов как систематизированных сводов многообразной информации и знаний о природе и обществе, как инструментов исследований и творчества, как средств разработки стратегий и путей развития, решения практических задач, как источников формирования и воспитания национального самосознания и патриотизма будет возрастать, и особенно в связи с появлением новых возможностей геоинформационных технологий и мультимедиа.

2.4. Структура интегрированного геоинформационного пакета (ГИП)

В последние годы мировой рынок информационных услуг выработал общий стандарт на структуру интегрированных геоинформационных пакетов (ГИП) и на системы оперирования этими пакетами (ГИС). Структура наиболее общего

ГИП состоит из следующих базовых информационных «слов»:

- ✓ **образ земной поверхности** (интерпретированная цифровая модель по космо- и аэросъемке в оптических диапазонах с разрешением от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров);
- ✓ **инфраструктура** (цифровая топооснова коммуникаций, застройки сетей и т.п.);
- ✓ **рельеф** (точная цифровая модель рельефа с морфологическими объектами и физическими параметрами радарного сканирования);
- ✓ **ландшафт** (интерпретированная модель градаций растительного и гидросферного покрова по оптическим и радарным сканированиям);
- ✓ **геохимия** (элементный состав, радиоактивность, сорбированные газы, нефтепродукты и другие физико-химические параметры грунтового покрова);
- ✓ **геофизика** (аномальные геофизические поля естественной и наведенной природы, интегральные и дифференциальные геофизические параметры на различных глубинных срезах, начиная от дневной поверхности);
- ✓ **геология** (геологические объекты, элементы и параметры покровного и глубинного строения земной коры);
- ✓ **гидросфера** (карты открытых и подземных гидросистем, фильтрационных потоков и водно-физических параметров);
- ✓ **геодинамика** (блоковая структура земной коры, кинематические и динамические оценки ее движения);
- ✓ **экология** (экологический паспорт, объекты мониторинга, реперная система и банк контрольных параметров территории);
- ✓ **ресурсы** (прогнозные карты ресурсов и открытые фонды минеральных, углеводородных, строительных, тех-

ногенных, лесных, сельскохозяйственных и других ресурсов) [81].

Названный выбор информационных слоев исчерпывающим образом описывает территорию в масштабах региона, района, города или любых других фрагментов сфер деятельности. В зависимости от вида и задач конкретной деятельности на основе данного ГИП может быть получено множество нормативных или других параметров для целей недропользования, природопользования, строительства или разработки природоохранных мер. Например, по существующим нормам Закона о недропользовании освоение лицензионного участка на нефть и газ требует деятельного и разностороннего информационного обеспечения глубинного строения района месторождения и в обязательном порядке определения всех необходимых экологических параметров дневной поверхности до начала любого вида деятельности (экологический паспорт территории).

Специальные компьютерные технологии позволяют в необходимой мере оперировать со всей совокупностью названных информационных слоев, в том числе накладывать друг на друга с различными преобразованиями, по нескольким базовым слоям определять новые (интегрированные) параметры, ориентированные на решение той или иной проблемы, и обеспечивают передачу информации из интегрированного пакета в общую базу данных, с которой работают системы управления территорией, природопользованием и жизнеобеспечением.

Собственно процесс создания, развития и использования ГИП осуществляется в рамках ГИС, обладающих всеми необходимыми функциональными возможностями. Это, прежде всего:

- ✓ ввод в локальную базу системы форматных или бесформатных данных всевозможных типов, включая автоматическую векторизацию графической информации с бумажных носителей;
- ✓ масштабные и функциональные преобразование данных в различных системах координат;

✓ построение высококачественных картографических плоских и объемных изображений как на экране компьютера, так и на устройствах многоцветной печати;

✓ синтез многих информационных слоев в едином координатном пространстве (например, истинное изображение земной поверхности может быть «раскрашено» по любому из информационных слоев – ландшафту, геохимии, геологии и т.п.);

✓ решение экспертных, классификационных и других задач автоматического распознавания объектов различного характера по множеству информационных слоев;

✓ гибкий экспорт-импорт информационных слоев во внешние базы данных с целью эффективного использования геоинформационного пакета в системах управления территорией, природопользования, экологического мониторинга и т.п. [81].

Таким образом, любой субъект хозяйственной деятельности, получив разработанный для него базовый или ориентированный ГИП и соответствующую ГИС, открывает для себя «информационную кладовую», и которой можно непрерывно черпать все необходимые данные для целей проектирования, анализа ресурсов управления и т.п. Кроме того, субъекту предоставлены возможности корректировать и непрерывно пополнять свой ГИП, что, в свою очередь, приводит в целом к умножению его потенциала.

ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС – ТЕХНОЛОГИЙ В РАБОТЕ ГЕОГРАФА - ЭКОЛОГА

3.1 Методическая работа географа на основных этапах разработки ГИС

3.1.1. Этап составления плана разрабатываемой ГИС включает определение целей, задач и результатов, ожидаемых от эксплуатации системы.

Роль географа при работе на данном этапе сводится к обсуждению перечня прикладных географических задач планируемых для решения с использованием ГИС – технологий. Это связано с конечной целью организации информационной системы: будет ли это прототип пользовательской ГИС (например, для органов административно - хозяйственного управления), или прототип научной поисковой ГИС реализует то же набор возможностей, а также поддерживает выполнение специального моделирования [32].

3.1.2. Этап проектирования ГИС

Этот этап подразделяется на две основные фазы: подготовки к проектированию ГИС и организации проекта прототипа ГИС.

Фаза подготовки к проектированию ГИС или разработки библиотеки географической информации – библиотеки геомодельера. Для формирования архитектуры базы данных прототипа ГИС целесообразным является наличие комплексной архивной библиотеки географической информации, постоянно дополняемой поступающей информацией из научных, периодических изданий.

Работа по актуализации фактографической информации включает действия по постоянному текущему контролю и проверке данных с использованием технических средств для работы в режиме реального времени. Для актуализации информации используют результаты дистанционных наблюде-

ний, т.е. поступающих аэро- и космоснимков, мониторинговых данных, полевых изысканий.

В библиотеке географической информации содержатся комплексные сведения об объектах географической среды по основным рубрикам – метрика, семантика, графическое представление, документация, классификации, нормативы, модели и т.д.

Полный список основных структурных элементов библиотеки геомодельера приведён в приложении 1. Коротко рассмотрим некоторые из них.

Библиотека географической метрики включает перечень используемых метрических объектов и наличие квалифицированных логических стандартизированных определений каждого объекта метрики со ссылкой на соответствующий источник информации. Например: «пруд – это искусственный площадной водный объект с объёмом воды менее 1 млн. м³ (Водоохранилища Белорусии)».

ГИС-технология позволяет решать вопросы создания, корректировки, управления метрикой, включая формирование сложных выборов и запросов. Выбор метрических объектов может основываться на любой комбинации пространственных, графических и атрибутивных критериев, определённых в виде серий логических выражений. ГИС-технология позволяет осуществить оверлей полигонов, вписывание линий и точек в полигоны, создание буферных зон, удаление границ смежных полигонов.

При составлении тематической архитектуры базы данных целесообразно первоначально составлять немасштабную библиотеку метрики. Затем с использованием основных принципов картографической генерализации провести перегруппировку метрических объектов согласно масштабам используемых изображений. Например, при решении задачи о планировке объектов зимнего отдыха в конкретном водном ландшафте в масштабе 1: 500 000 используется одна группа метрических объектов; при визуализации объектов зимнего отдыха на побе-

режье конкретного водоёма в масштабе 1: 10 000 – используется другая изменённая группа метрики.

Необходимо учитывать, что при работе с библиотекой метрики, для каждого метрического объекта должно быть только одно толкование, но использование его возможно при решении неограниченного ряда прикладных географических задач. Например, метрический объект «места охоты». Специалист – пользователь может использовать графическую интерпретацию этого объекта и при решении вопросов планирования объектов зимнего отдыха, и при решении вопросов планирования объектов летнего отдыха.

Собранная информация должна быть структурирована по основным рубрикам библиотеки географической метрики:

A1. Библиотека терминов географической метрики (предикаты терминов географической метрики - ПТГМ).

A2. Библиотека синонимов терминов географической метрики (предикаты синонимов терминов географической метрики - ПСТГМ).

A3. Библиотека графических представлений объектов географической метрики. В данной библиотеке каждому метрическому объекту присваивается графика – условный знак, цветовая гамма, штриховка с указанием вариантов в зависимости от масштаба визуализации и источника полученной информации.

A4. Библиотека реальных изображений метрических объектов.

A5. Библиотека координат метрических объектов.

Библиотека географической семантики включает перечень возможных качественных и количественных характеристик по каждому метрическому объекту. Для каждой характеристики необходимым является наличие стандартизированного логического определения по её существу с указанием источника информации. Например: «Водоёмы 1 класса качества воды с экологических позиций имеют рН в пределах 6,5 – 8,0; растворённый кислород более 8 мг/ л, общее количество рас-

творённых веществ до 300 мг/л и т.д. (Водохранилища и их воздействия, 1986)».

В целом роль семантики, её классификация, организация семантических сетей в мультибазовых системах очень велика. Она играет определяющее значение в географическом моделировании. Собранная информация должна быть структурирована по основным рубрикам библиотеки географической семантики:

Б1. Библиотека терминов географической семантики (предикаты терминов географической семантики – ПТГС). При составлении данной библиотеки целесообразным является выполнение классификации терминов географической семантики по основным рубрикам:

- ◆ Группа семантики реципиентов действия;
- ◆ Группа семантики мест совершения действия;
- ◆ Группа семантики времени совершения действия;

Б2. Библиотека синонимов терминов географической семантики (предикаты терминов географической семантики – ПСТГС).

Б3. Библиотека буквенных обозначений и размерности семантических терминов.

Библиотека географических моделей включает библиотеку расчётных формул с использованием выбранных семантических характеристик. В ней приводится набор принятых и поисковых формул для обработки характеристик объектов метрики с указанием источников информации.

Библиотека документации пользователей, т.е. набор классификаций (стандартизированных и поисковых), ПДК, шкал с указанием источников информации. Например : «Экологические ПДК для малых водоёмов умеренной климатической зоны». Основными структурными элементами являются:

Ж.1. Библиотека географических стандартов (ПДК, законы и т.д.).

Ж.2. Библиотека географических классификаторов (шкалы, легенды, классификации и т.д.).

Ж.3. Библиотека источников географической информации. Библиотека источников информации включает те источники, на которые были сделаны ссылки во всех используемых библиотеках. Выполняется стандартизованное библиографическое описание.

Фаза организации проекта прототипа ГИС (дизайн прототипа ГИС). Используя возможности программно – технического обеспечения, квалифицированный отбор фактического материала (пространственная и непространственная информация) специалист-географ в качестве конечного результата разрабатывает тематическую структуру базы данных и соответствующий комплект задач, т.е. прототип ГИС. Фактический прототип ГИС – это документ, в котором обосновывается и раскрывается концепция по организации информации.

На основании имеющейся библиотеки географической информации разработчики-проектировщики организуют проект прототипа ГИС, т.е. разрабатывают дизайн прототипа ГИС (архитектура базы данных ГИС). Виды работ, выполняемые на данной фазе перечислены в приложении 2.

Прототип ГИС организуется сначала на бумажных носителях, а затем в электронном виде. Он может представлять собой в том числе демонстрационный ролик, работающий вне среды или в среде ГИС пакета).

После выполнения этапов проектирования, создания экспериментального образца наступает этап реализации ГИС-проекта, т.е. опытная или штатная эксплуатация. Эти основные стадии согласуются с положениями ГОСТа 24. 601 – 26 «Автоматизированные системы. Стадии создания».

3.1.3. Этап организации пилот – проекта ГИС

Этот этап включает следующие основные фазы: информационного обеспечения ГИС, актуализации и информационной поддержки ГИС, организации архитектуры базы данных

пилот – проекта ГИС, организации функций пилот – проекта ГИС.

В фазе информационного обеспечения ГИС производится анализ современного состояния существующей информационной базы по разрабатываемой тематике ГИС. Производится выбор организаций – партнёров, которые имеют соответствующее тематике информационное обеспечение. Выполняется анализ имеющейся информации по видам показателей, их хронологического обеспечения.

В фазе актуализации и информационной поддержки ГИС выполняется анализ видов показателей, для которых необходимо выполнение работ по их информационному обеспечению в режиме реального времени с указанием соответствующих сроков мониторинга, размерности получаемых величин, стандартизации выполнения работ с учётом хронологических составляющих.

В фазе организации архитектуры базы данных пилот-проекта производится реальное заполнение прототипа ГИС модельной информацией из имеющихся массивов информационного обеспечения, т.е. организовываются модельные метрические (МБД) и реляционные (РБД) базы данных. Необходимо отразить основные тематические рубрики МБД и РБД.

В фазе организации функций пилот-проекта производится выбор программно-технического обеспечения ГИС, разработка специальных тематических функций ГИС по используемым формулам, методам.

В фазе тестирования выполняется тестирование пилот-проекта ГИС по оценке взаимодействия МБД и РБД, выполнению стандартных и специальных ГИС-функций.

3.1.4. Этап эксплуатации рабочей ГИС

Этот этап включает работы по решению стандартных географических задач при условии минимального входа в про-

граммно-техническое обеспечение ГИС (т.е. использование «защитых на кнопчку» в меню алгоритмов решения), выполнение сложных текущих реляционных запросов, поддержание МБД и РБД в режиме реального времени.

Одновременно производится работа в поисковом направлении данной ГИС с точки зрения решения специальных задач с использованием аналитических, модельных функций ГИС.

Приложение 1

Список основных структурных элементов библиотеки геомодельера

- А.** Библиотека географической метрики.
- Б.** Библиотека географической семантики метрических географических объектов.
- В.** Библиотека географических утверждений.
- Г.** Библиотека географических правил.
- Д.** Библиотека географических констант.
- Е.** Библиотека географических моделей (математические, картографические, имитационные и др.).
- Ж.** Библиотека документации пользователей.
- З.** Библиотека логических связей.
- И.** Библиотека информационных фильтров.
- К.** Библиотека орфографии предикатов всех типов – ПТГМ, ПСТГМ, ПТГС, ПСТГС, ПКСМ, ПКСС – множественное и единственное числа, падежные окончания.
- Л.** Библиотека географических камеральных методов обработки данных и получения новой информации о географических объектах.
- М.** Библиотека набора типовых прикладных географических задач, решаемых с использованием ГИС-технологий.
- Н.** Библиотека типовых тематических географических запросов к ГИС.
- О.** Библиотека стандартных ответов на используемый список тематических запросов.

П. Библиотека ключевых слов терминов и их синонимов для географической метрики – ПКСМ.

Р. Библиотека ключевых слов терминов и их синонимов для географической семантики – ПКСС.

Приложение 2

Виды работ, выполняемые на стадии дизайна прототипа ГИС

- ✓ Выбор информационных слоёв для прототипа ГИС.
- ✓ Оформление каждого информационного слоя объектами метрики (организация метрической базы данных МБД).
- ✓ Разработка для каждого объекта метрики семантических сетей (организация реляционной базы данных – РБД).
- ✓ Выбор и составление списка терминов географической метрики (ПТГМ).
- ✓ Выбор и составление списка терминов географической семантики (ПТГС).
- ✓ Выбор графического представления для каждого объекта метрики.
- ✓ Выбор реальных изображений метрических объектов.
- ✓ Выбор координат географических объектов.
- ✓ Составление списка синонимов предикатов выбранных объектов метрики и семантики.
- ✓ Выбор буквенных обозначений и размерности семантических терминов.
- ✓ Выбор и составление списка используемых географических утверждений.
- ✓ Выбор и составление списка используемых географических правил.
 - ✓ Выбор и составление списка используемых географических констант.
 - ✓ Выбор и составление списка используемых географических моделей.

- ✓ Выбор и составление списка используемых географических стандартов.
- ✓ Выбор и составление списка используемых географических классификаторов.
- ✓ Выбор и составление списка используемых источников географической информации.
- ✓ Выбор и составление списка используемых логических связей.
- ✓ Выбор и составление списка используемых информационных фильтров.
- ✓ Составление списка орографии используемых предикатов всех типов.
- ✓ Выбор и составление списка используемых географических камеральных методов для получения новой информации о географических объектах.
- ✓ Выбор и составление списка географических задач для решения в данной области ГИС.
- ✓ Составление списка типовых используемых географических запросов к ГИС.
- ✓ Составление списка стандартных ответов на используемый список тематических запросов.
- ✓ Выбор и составление списка ключевых слов терминов и их синонимов географической метрики.
- ✓ Выбор и составление списка ключевых слов терминов и их синонимов географической семантики.

3.2. Экологическое картирование

Как системный и проблемный подходы, экологический подход является общенаучным, пронизывающим в наши дни многие естественные, общественные и технические науки. По определению акад. И.П. Герасимова цель экологического подхода состоит в выявлении и исследовании связей, существующих между изучаемым той или иной наукой объектом и окружающей его средой [27]. Иными словами, речь идет об эколо-

гическом пути познания или экологическом научном мышлении[72].

Такая трактовка предопределила возникновение и развитие в рамках географии геоэкологического подхода, содержание которого тот же И.П. Герасимов определил следующим образом:

- 1) контроль над изменениями окружающей среды, т. е. антропогенный мониторинг;
- 2) прогнозы последствий воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду;
- 3) предупреждение, ослабление и ликвидация стихийных природных бедствий;
- 4) оптимизация среды в создаваемых природно-технических системах.

О важности геоэкологического подхода для географии неоднократно писали В.С. Жекулин, Ю.Г. Саушкин, С.Б. Лавров, Б.С. Хорев, В.С. Преображенский, Г.М. Лаппо, Я.Г. Машбиц, А.Г. Исаченко, А.И. Чистобаев, К.М. Петров и другие ученые. И хотя данный подход находится еще в стадии становления, он фактически пронизывает уже всю современную географию, став одним из сквозных направлений ее развития. При этом опыт показывает, что экологизацию географии можно рассматривать, условно говоря, в отраслевом и пространственном аспектах.

В первом случае мы имеем в виду экологизацию большинства частных (отраслевых) физико- и экономико-географических дисциплин — например, климатологии, гидрологии, гляциологии, географии почв, географии населения, сельского хозяйства, рекреации, а также ряда пограничных наук. Во втором случае речь может идти о трех главных территориальных уровнях применения экологизации. Во-первых, это глобальный уровень, связанный с рассмотрением глобальной экологической проблемы и глобальных изменений в природной среде. Во-вторых, это региональный уровень, когда

обострение экологических проблем порождает или может породить опасность для здоровья, существования людей и развития хозяйства в относительно крупных районах. В -третьих, это локальный уровень, когда те же проблемы возникают в отдельных городах, агломерациях, локальных ТПК и пр.

Как уже отмечалось, отечественные географы применяют экологический подход при рассмотрении каждого из этих уровней. Но наибольшее практическое значение имеет, пожалуй, блок региональных экологических проблем (во взаимосвязи с глобальными). Для Советского Союза это были районы Чернобыля, Байкала, Ладожского озера, низовьев Кубани и Азовского моря, Арала, Севана и многие другие. Большинство из них досталось России в наследство от СССР, но к старым прибавились и новые. Однако и локальный уровень (в сочетании с региональным) тоже весьма важен. Ведь именно он позволяет глубже понять процессы взаимодействия территориальных систем с окружающей природной средой в масштабе, например, крупного города или промышленного узла. Если глобальный уровень все же несколько обезличивает экологический подход, то локальный реально демонстрирует все многообразие воспроизводства жизни.

Большое развитие в последнее время получило *экологическое картографирование*. Оно включает создание карт антропогенных воздействий на природную среду; карт риска опасных природных явлений и возникновения чрезвычайных экологических ситуаций; комплексных экологических карт; карт экологического природопользования; экологических карт природных комплексов[71]. В качестве нового направления экологического картографирования можно назвать создание карт экологических предпосылок развития и размещения различных отраслей хозяйства. На этой основе уже подготовлены и изданы такие оригинальные картографические произведения как Атлас радиоактивного загрязнения России, карта радиационного загрязнения Балтийского моря, атлас охраны природы Черного и Азовского морей и др.

3.3. ГИС и мониторинг окружающей среды

Понятие о мониторинге состояния окружающей среды вошло в научную литературу в начале 70-х годов, в период подготовки конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972).

Мониторинг представляет собой информационную систему, основные задачи которой — наблюдение и оценка состояния природной среды под влиянием антропогенных воздействий с целью рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды [82]. Дословный перевод английского слова «*monitor*» — наставник, советчик, староста, наблюдающий за порядком в классе. Термин «*monitoring*» переводится как контроль, подслушивание, дозировка.

В нашей стране первая научная разработка этого понятия была сделана член-корр. АН СССР Ю.А. Израэлем в 1974 году. По его мнению, система мониторинга, которую правильнее было бы называть мониторингом антропогенных изменений окружающей природной среды, состоит из следующих основных частей: 1) наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, и за состоянием среды; 2) оценки фактического состояния природной среды; 3) прогноза состояния окружающей природной среды и оценки этого состояния. Следовательно, мониторинг включает в себя наблюдение, оценку и прогноз состояния природной среды, а его система может охватывать отдельные районы (локальный мониторинг) и земной шар в целом (глобальный мониторинг).

В 1975 году появилась принципиально важная статья акад. И. П. Герасимова о научных основах современного мониторинга окружающей среды. И. П. Герасимовым было не только дано определение мониторинга и очерчена сфера его действия, но и были выделены три его уровня в зависимости от масштаба объекта и задач наблюдений. Эти уровни он

назвал биоэкологическим, геосистемным и биосферным мониторингом.

По его мнению, первой исходной ступенью или блоком современного мониторинга окружающей среды должен стать *биоэкологический (санитарно-гигиенический) мониторинг*. Его ведущим звеном являются наблюдения над состоянием окружающей среды с точки зрения ее влияния прежде всего на состояние здоровья людей. По территориальному охвату это преимущественно локальный мониторинг.

Второй ступенью или блоком общего мониторинга должен быть *геосистемный (природно-хозяйственный) мониторинг*. Его содержание заключается в наблюдениях над изменением тех главных геосистем (в том числе природных экосистем), из которых состоит окружающая среда, а также преобразовании их в природно-технические (агросистемы, городскую среду, среду индустриальных районов и т. д.). Геосистемный мониторинг является абсолютно необходимым дополнением к биоэкологическому. А по территориальному охвату это преимущественно региональный мониторинг.

Третьей ступенью или блоком антропогенного мониторинга окружающей среды должен быть *биосферный мониторинг*, обеспечивающий наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений уже в глобальном масштабе, т. е. в отношении биосферы в целом как среды жизни всего человечества и ее изменений, вызванных деятельностью общества. Таким образом, биосферный мониторинг, опираясь на биоэкологический и геосистемный мониторинги и дополняя их, завершает всю систему «слежения» за окружающей средой (биосферой). Основная задача третьего блока — наблюдение за главными параметрами современной биосферы с целью достоверного констатирования их периодических или направленных изменений и экологической оценки этих изменений [27].

За последующие два с лишним десятилетия система мониторинга окружающей среды получила широкое распространение и в нашей стране и за рубежом. Но пока еще в практике

преобладают отраслевые звенья мониторинга — гидрометеорологическое, гидрогеологическое, геохимическое и биологическое, мониторинг состояния природных ресурсов, которые большей частью функционируют как довольно независимые системы наблюдения и контроля. Поэтому задача организации комплексного экологического мониторинга (рис. 15) продолжает оставаться актуальной.

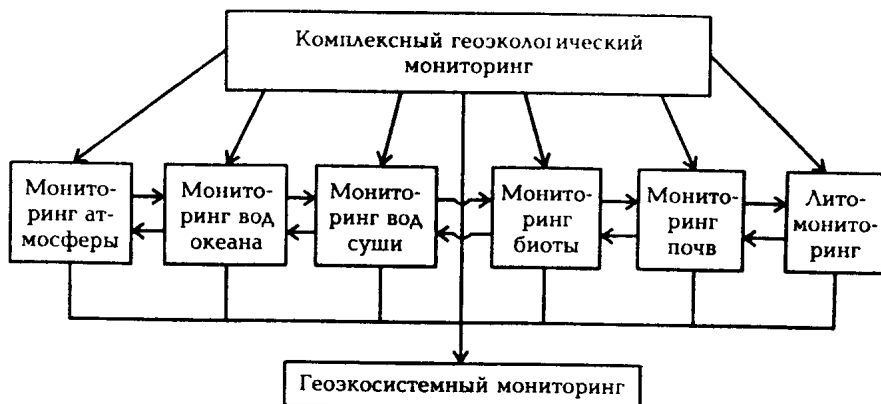


Рис. 15. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга (по А.Г. Емельянову)

Следует добавить, что когда говорят о мониторинге, нередко имеют в виду слежение лишь за теми изменениями, которые происходят в природе под воздействием человека. Но это не совсем корректно. Ведь далеко не всегда можно определить, с чем связаны эти изменения — с естественным развитием природы или влиянием антропогенного фактора. Яркий пример такого рода — Каспий. Долгое время понижение его уровня связывали с деятельностью человека. Однако такая деятельность продолжается, а уровень моря начал довольно быстро повышаться. До сих пор ведутся споры о причинах повышения температуры воздуха на Земле и разрушения озонового экрана.

Проблема мониторинга приобрела в наше время глобальное значение и определяется не только научными, но и во всевозрастающей мере экономическими, социальными и политическими факторами.

Основное средство осуществления мониторинга – система аэрокосмических съёмок, опирающихся на сеть наземных наблюдений [22, 94, 144]. Иногда полагают, что это не только основное, но и единственное средство. Вместе с тем совершенно очевидно, что **эффективная система мониторинга окружающей среды может быть осуществлена только при самой широкой опоре на тематические карты и атласы, на автоматизированные методы их создания и использования, на фонды картографической информации** [15].

Рассматривать в деталях структуру и технические системы обеспечения картографического мониторинга пока ещё преждевременно, но уже сейчас ясно, что он должен состоять из четырёх основных блоков:

1) блок (фонд) исходной (базовой) картографической информации, включающий серии тематических карт природных условий, хозяйственного использования территории и состояния наблюдаемого явления или компонента окружающей среды;

2) блок (фонд) оценочно -прогнозной информации, содержащий карты оценки наблюдаемого явления, прогноза его развития во времени и в пространстве, а также рекомендательные карты, намечающие систему мер по контролю и управлению этим явлением (эти два блока составляют фонд картографических данных, обеспечивающий мониторинг априорной информацией);

3) блок оперативного прогноза и контроля, в рамках которого составляются оперативные карты развития наблюдаемого явления, условий его распространения и эволюции, мероприятий по контролю. Этот блок питается постоянно поступающей аэрокосмической информацией, данными гидроме-

теослужбы, наблюдениями на специальных стационарах, эталонных участках, подспутниковых полигонах. Поступающие данные, оперативно перерабатываемые в картографическую форму, должны так же оперативно направляться потребителям, т.е. в народнохозяйственные организации и учреждения, заинтересованные в мониторинге;

4) блок апостериорных картографических данных, где оцениваются результаты изменений, происшедших в окружающей среде, их влияние на хозяйственную деятельность и использование территорий, намечаются долгосрочные мероприятия по использованию благоприятных тенденций или определению отрицательных последствий развития явления. Карты составленные на этом этапе, должны не только информировать потребителя об обратимых или необратимых изменениях в окружающей среде, но и пополнять (на основе обратной связи) фонд базовой картографической информации.

На рис. 16 представлена принципиальная схема картографического мониторинга опасных природных явлений, включающая 4 указанных блока. Она отражает примерную структуру слежения за такими явлениями, как лавины и сели, пылевые и песчаные бури, лесные, степные и тундровые пожары, наводнения. Аналогичные схемы пригодны для мониторинга загрязнения атмосферы, морей, океанов и искусственных водоёмов, наблюдения за распределением заболеваний, эпидемий и др.

Первый блок (фонд) включает до нескольких десятков карт. Характеризующих внешние условия возникновения и современное состояние опасного явления. Например, картографическое обеспечение мониторинга лесных пожаров должно предусматривать наличие карт состояния растительности (породы леса, лесистость, заболоченность, озёрность, типы торфяно-болотных зон, вероятное помесячное количество возгораний), карты климатических и метеорологических условий (даты схода снежного покрова, средние и максимальные температуры, количество осадков, повторяемость ветров – всё это

помесячно, продолжительность засушливого периода, классы пожарной опасности погоды и т.п.), карты условий хозяйственной эксплуатации пожароопасных территорий (лесхозы, и другие землепользователи, пожароопасные хозяйственные и туристские объекты, лесоустройство, пожарно – техническое оборудование территории). Все эти карты могут иметь мелкий масштаб – от 1:1000 000 до 1:10 000 000 – они предназначены для общего выявления пожароопасных территорий, факторов пожарной опасности и опасных периодов.

Блок (фонд) оценочно – прогнозных карт также включает серии карт природной пожарной опасности по классам растительности, оценки пожароопасных сезонов и максимумов в их пределах, оценки метеорологических факторов и классов пожароопасной погоды (помесячно), а также прогнозные карты пожарной опасности с указанием возможных причин пожара.

Оперативные карты, составляемые в более крупных масштабах (1:100 000 – 1:1 000 000), должны создаваться непосредственно по отпечаткам аэро – и космических снимков. На них необходимо указывать очаги скрытых и явных пожаров, отмечать направление и скорость ветра, района развития гроз, давать показатели влажности надпочвенного покровов и т.п., а также отмечать мероприятия по ликвидации пожаров. Оперативные карты – основа для оповещения заинтересованных организаций, планирования и проведения противопожарных мероприятий.

Наконец на последнем этапе должны быть составлены карты последствий и причин лесных пожаров, на которых будут показаны выгоревшие площади, нарушения в природной среде после пожара, оценены размеры хозяйственного ущерба, а главное – намечены лесовосстановительные мероприятия. На основе карт последствий должны быть уточнены базовые карты: количества пожаров, лесистости, оценки природной пожарной опасности растительности, прогноза классов пожароопасной погоды и др.

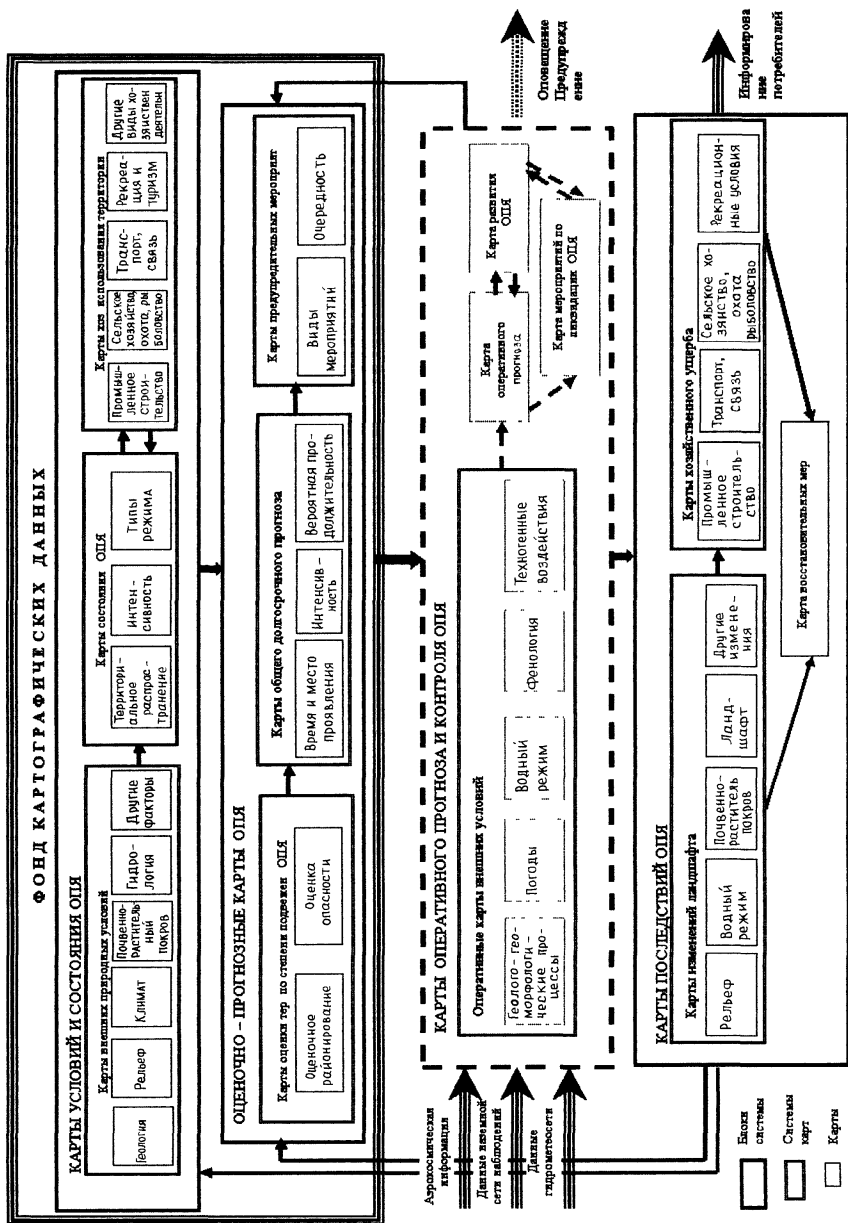


Рис. Схема картографического мониторинга опасных природных явлений (ОПЯ)

Естественно, для разных природных явлений фонды картографических данных оказываются различными. Например, для мониторинга лавинной опасности первостепенное значение имеют карты расчленения и уклонов рельефа, высоты, продолжительности и условий залегания снежного покрова, типов лавинного режима. Для слежения за песчаными бурями важно иметь карты покровного материала, структуры почв, густоты растительности, распаханности земель, скоростей ветра и т.п. Тем не менее вполне возможно формирование таких фондов исходной картографической информации, которые бы обслуживали несколько видов мониторинга, делая его более экономичным и динамичным. Картографический мониторинг принимает и более простые формы. Например, для выявления источников загрязнения атмосферы городов достаточно иметь геохимические карты, составленные в зимнее время по результатам изучения снегового покрова [92]. Они показывают состояние городского ландшафта и воздушного бассейна на период съёмки и влияние выбросов в атмосферу предприятий и автотранспорта. На картах отражаются массы выпадающей пыли и её химический состав. Если далее сравнить «снеговые» геохимические карты с почвенно – геохимическими, фиксирующими устойчивые очаги загрязнения, то можно обнаружить совпадение или несовпадение геохимических аномалий. Совпадение свидетельствует о том, что главный загрязнитель в городах – продукты выброса промышленных предприятий и что процесс этот продолжается. Если же почвенно-геохимическая аномалия не подтверждается снеговой, то следует считать, что источник загрязнения прекратил существование либо почвенная аномалия имеет иное происхождение. Можно привести ещё множество примеров, свидетельствующих об эффективности использования картографической информации для разных видов мониторинга окружающей среды. При этом необходимо отметить, что развитие ГИС в соединении с аэрокосмическими методами, технологией дистанционного зондирования позволит расширить функциональные воз-

возможности использовать более дешёвую космическую информацию для мониторинга лесов, лесоустройства, экологических задач охраны окружающей среды.

Лесное хозяйство и мониторинг лесов Беларуси (О.А. Атрощенко, А.П. Кулагин, А.М. Романов, 1999). Отраслевая ГИС «Лесные ресурсы» создаётся для лесхозов и лесничеств на основе отечественного продукта — ГИС FORMAP, а на республиканском уровне (Минлесхоз, ГЛПО «Белгослес») – в системах ArcView GIS и ARC/INFO.

Из 87 лесхозов Минлесхоза республики ГИС FORMAP внедрена на 45 предприятиях. Она включает картографическую базу данных (электронные цифровые лесоустроительные планшеты М 1:10 000) в формате DXF и повыведельную базу данных в формате DBF. Основное применение ГИС FORMAP при непрерывном лесоустройстве — внесение текущих изменений в картографическую и повыведельную базы данных, актуализация лесного фонда, получение достоверной и оперативной информации о лесных ресурсах.

ГИС FORMAP имеет конвертор в ArcView, что позволяет использовать многообразные функциональные возможности мощных программных продуктов ARC/INFO, ERDAS и других, в том числе с обработкой и редактированием аэрокосмического изображения. При конвертации картографической информации из ГИС FORMAP используются средства языка avenue: линейные объекты импортируются с помощью стандартного метода Theme Make avenue класса Theme; площадные объекты импортируются также как линейные, однако дополнительно используется метод ExportToFTab для получения SHP файла; при импорте выделов дополнительно осуществляется линковка атрибутивной базы и стандартной таблицы шейпа; импорт текстовой информации осуществляется с помощью операции импорта точечных объектов, сами значения текста передаются через DBF файл. После загрузки и подготовки конвертированных данных в ArcView GIS печатаются цветные карты любого формата, вплоть до АО.

Развитие ГИС «Лесные ресурсы» на базе отечественного программного продукта ГИС FORMAP в соединении с ARC/INFO и ArcView GIS, аэрокосмическими методами, технологией дистанционного зондирования лесов позволит расширить функциональные

возможности, использовать более дешёвую космическую информацию для мониторинга лесов, лесоустройства, экологических задач охраны окружающей среды.

Использование данных дистанционного зондирования для построения экологической ГИС и работы системы экологического мониторинга в Ямало-Ненецком автономном округе (О. Розанов, 1999). Работы по созданию системы экологического мониторинга с использованием данных дистанционного зондирования были начаты силами отдела экологического мониторинга Госкомитета ООС ЯНАО весной 1996 года после установки станции приема данных со спутников NOAA и МЕТЕОР. По мере накопления опыта работы было решено приобрести станцию «Скан-Эр» по приему данных с полярно-орбитального природоресурсного ИСЗ «Ресурс-01» в диапазоне 8 ГГц. в реальном времени. Принятие данного решения было продиктовано целым рядом причин:

большая площадь контролируемой территории, отсутствие дорог и высокая стоимость авиационного транспорта;

оперативность в получении объективной и своевременной информации о состоянии окружающей среды;

решение РКА о бесплатной без заявочной передаче информации МСУ-СК для российских пользователей и концепция «открытое небо» Всемирной Метеорологической Организации о свободном доступе к информации всех метеорологических спутников для владельцев средств приема.

Для целей экологического мониторинга нами стали использоваться данные радиометра AVHRR спутника NOAA с разрешением 1 км и приборов спутника РЕСУРС, камера МСУ-Э с разрешением 35 м и МСУ-СК с разрешением 150 м, работающими в видимом спектре. Таким образом, с введением в строй станции приема данных дистанционного зондирования Земли со спутника РЕСУРС-01 №3 был завершён очередной этап создания системы экологического мониторинга, которая предоставила возможность:

получения мультивременных характеристик объектов мониторинга по временным, сезонным и фенологическим различиям коэффициентов спектральной яркости;

использования материалов съёмки в ГИС для тематического анализа и принятия решений уже через 20-30 минут после сеанса передачи данных.

Исходя из задач конкретной работы, отдел экологического мониторинга определил ряд направлений по использованию принимаемой информации в построении экологической ГИС города Салехарда и всего Ямало-Ненецкого округа:

1. Мониторинг потенциально аварийно опасных территорий промышленных районов округа.

2. Выявление процессов, усугубляющих развитие аварийных ситуаций на продуктопроводах и участках добычи (близость рек, озер и водохранилищ, наличие крупных болотных массивов и их типы).

3. Мониторинг паводковых ситуаций, лесных и тундровых пожаров.

4. Мониторинг экологической ситуации при строительстве объектов нефте- и газодобычи, контроль промышленных выбросов в атмосферу и сбросов сточных вод, контроль промышленного загрязнения акватории и береговой линии, контроль за эксплуатацией инженерных коммуникаций.

5. Контроль за соблюдением границ водоохранных и санитарных зон при отводе земель и рубке леса, контроль за целевым использованием земельных ресурсов.

6. Создание базы данных (каталога) на всю территорию региона с целью обновления уже имеющихся цифровых карт.

В основу региональной ГИС была положена электронная карта масштаба 1:200 000, оцифрованная в системе ARC/INFO в проекции Гаусса-Крюгера на эллипсоиде Красовского прямоугольных координат 42-го года. После чего была произведена оценка точности оцифровки которая подтвердила соответствие метрической информации точности исходных картографических материалов. Число слоев карты и их насыщенность полностью соответствуют каждому тиражному оттиску карты.

По мере развития ГИС карта дополнялась объектами месторождений, лицензионных участков, особо охраняемых территорий (заказников, заповедников), инфраструктурой. Указанная информация была собрана, и собирается по сей день, из различных источников и переведена в покрытия ARC/INFO. Самая свежая информация по обновлению тематики карт была получена в отделе со спутника «Ресурс-01».

Первый этап обработки принимаемой информации заключается в просмотре изображения, географической привязке по орбитальным элементам, вырезке полезных фрагментов, коррекции привязки по реперным точкам на изображении, сохранении выбранных фрагментов и экспорте в исходные формы. Второй этап обработки снимков занимает процесс тематического дешифрирования, который смело можно приравнять к искусству. С целью постичь основы этого нелегкого дела, был организован и проведен учебный процесс при непосредственном участии специалиста фирмы «Скан Эр». Нами были приобретены практические навыки в полевых условиях Пуровского района на месторождениях. Пограничное и Вынгапуровское, выполнялись работы по обработке снимков программным продуктом MapInfo. Первые результаты работы с растровыми изображениями в MapInfo, показали оперативность и достаточную простоту в определении периметра и площадей, выделяемых на снимке объектов (зоны затопления, гари и др.), а также в рисовке определенных участков рельефа и техногенных нарушений, имеющих особый интерес у контролирующих служб комитета. На этом работа в MapInfo и заканчивалась. Начинались проблемы по трансформированию снимков в проекцию Гаусса-Крюгера и экспортированию в систему ArcView для работы с векторной картой. Определенная помощь в трансформировании снимков была получена при работе с программой Image Transformer, разработанной в ИТЦ Скан Экс.

В основу экологической ГИС города Салехарда была положена электронная карта масштаба 1:10 000, дополненная путем оцифровки планшетов масштаба 1:2 000. При построении тематических слоев карты города Салехарда использовались новейшие данные застройки города которые чаще всего предоставлялись в виде калек планов и планшетов. Для трансформирования и привязки сканированных изображений в покрытия карты успешно использовался модуль ArcView Image Analysis. Этот модуль был также опробован для совмещения растрового изображения космоснимка зоны затопления в период половодья на реке Обь с векторной картой масштаба 1:200000. Благодаря удачной совместимости модуля с системой ArcView GIS, получены положительные результаты по созданию тематических цифровых карт на основе снимков и их обновлению. Таким образом, были оцифрованы материалы аэрофотосъемки, несущие в себе информацию об антропогенных нарушениях за преде-

лами административной границы города Салехарда. Это разрабатываемые в настоящее время и старые не рекультивированные карьеры, площадки для складирования грунтов, неучтенные грунтовые дороги и тропы. Используя опорную информацию по трансформированному участку местности, была существенно улучшена точность геометрического преобразования без дополнительной интерполяции яркости пикселей на изображении.

Проводимая в отделе работа по использованию принимаемой спутниковой информации в ГИС региона представляет практический интерес как для контролирующих служб комитета, так и для других заинтересованных структур. С наступлением сезонного снеготаяния будут продолжены мониторинговые работы по ледовой обстановке в бассейне реки Обь с применением методики прогнозирования затопления. При этом планируются совместные работы с Гидрометслужбой и службами навигации, ледовой и метеорологической обстановки в Северных морях.

По причине непостоянства погодных условий Крайнего Севера, быстро сменяющих друг друга арктических циклонов и, как следствие, малого количества ясных дней, нецелесообразности приема оптических изображений в темные месяцы года, весьма перспективными являются данные спутников с радарами бокового обзора (SAR), такими как IRS и RADARSAT. А появление у нас на вооружении мощной системы обработки данных дистанционного зондирования ERDAS Imagine позволяет отделу экологического мониторинга Государственного комитета по охране окружающей среды ЯНАО выступить инициатором широкого применения методов дистанционного зондирования в округе.

3.4. ГИС и устойчивое развитие

Одной из причин обострившегося в конце XX в. экологического кризиса, грозящего перерасти в глобальную катастрофу, является экологическая некомпетентность. Поэтому экологическое образование и воспитание стали важнейшей международной проблемой и задачей каждого государства в отдельности. Только экологически грамотный человек сможет осознать влияние своей деятельности на окружающую среду и возможные её последствия в будущем.

Термин «устойчивое развитие» [*sustainable development*] впервые был использован в отчете о работе Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию, который вышел в свет в 1987 году под заголовком «Наше общее будущее» [78]. Проанализировав глобальную ситуацию, эта комиссия призвала народы и правительства к «новой эре человеческого развития, безопасного для природной среды». В дальнейшем данное понятие было углублено на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей в Рио-де-Жанейро в 1992 году. В Декларации этой конференции устойчивое развитие было охарактеризовано как «стратегия, реализованная таким образом, чтобы в равной степени обеспечить удовлетворение потребностей в развитии и сохранении окружающей среды как нынешнего, так и будущего поколений». С тех пор это понятие широко вошло в государственный и научный обиход. В качестве официальной доктрины устойчивое развитие было принято большинством стран мира, и в том числе Россией.

В терминологическом плане устойчивое развитие обычно фигурирует в качестве стратегии, концепции или модели (В.П. Максаковский, 1998). Да, это стратегия (концепция, модель) выживания человечества в условиях, когда единственный путь обеспечения долгосрочного экономического прогресса — это его увязка с охраной окружающей среды, с «емкостью» биосферы. Но разработка ее потребовала такого фундаментального научного обоснования, что, видимо, не будет ошибкой сказать и о складывающейся теории устойчивого развития. Из отечественных географов и экологов большой вклад в ее создание внесли академики В.М. Котляков, К.Я. Кондратьев, А.В. Яблоков, члены-корр. РАН Г.А. Ягодин, Н.Ф. Глазовский, а также В.В. Данилов-Данильян, Н.Ф. Реймерс, В.Г. Горшков, К.С. Лосев, М.Я. Лемешев, С.Б. Лавров, Г.В. Сдасюк, Ю.П. Селиверстов, А.Ю. Ретеюм, Л.Р. Серебрянный, С.Н. Глазачев и др.

Прежде всего, подчеркивает акад. В.П. Максаковский[72], что теория устойчивого развития весьма многоаспектна и затрагивает отнюдь не только проблему экологической устойчивости, но и проблемы экономического развития, социальной стабильности общества. Так, устойчивое развитие человечества не может быть обеспечено без, по возможности, скорейшего затухания демографического взрыва с последующей стабилизацией численности населения Земли. Оно не может быть обеспечено без общего повышения благосостояния, ликвидации бедности, нищеты, голода, болезней в развивающихся странах. Оно подразумевает снижение удельных показателей потребления сырья и энергии при одновременном переходе (в меру возможности) от невозобновимых к возобновимым видам природных ресурсов. Благоприятное воздействие на устойчивое развитие могло бы оказать дальнейшее оздоровление международного политического климата.

В аспекте теории устойчивого развития ныне принципиально по-иному ставится вопрос об экономическом *росте* и экономическом развитии. Если раньше эти понятия обычно рассматривались как синонимы, то теперь принято их различать. В самом деле, многие социалистические страны в недавнем прошлом, а развивающиеся страны и в настоящем, являли и являют собой примеры того, что показатели экономического роста сами по себе еще не означают подлинного социально-экономического развития, а иногда создают лишь «иллюзию прогресса». Да и в традиционной западной рыночной экономике излишний акцент на экономический рост, как таковой, не может не затруднить переход к устойчивому развитию.

В аспекте теории устойчивого развития начинает складываться иное отношение к *двум основным подходам* к предупреждению дальнейшей деградации глобальной экологической системы. По мнению акад. В.М. Котлякова, в настоящее время в мировом научном сообществе и среди политических деятелей еще преобладает уверенность в том, что человечество может решить все экологические проблемы и обеспечить свое

выживание технологическими средствами — внедрением рационального природопользования, безотходных и энергосберегающих технологий, замкнутых циклов производства, переработки отходов. Однако наряду с этим начинает приобретать все большее число сторонников и радикальная стратегия ограниченного потребления (исключение избыточного, излишнего), в основе которой лежит понимание опасности разрушения стабилизирующего географическую оболочку механизма, заложенного в самой биосфере.

Наконец, в аспекте теории устойчивого развития системы «общество — природа» складываются *два территориальных подхода* к этой проблематике — глобальный и региональный (национальный). Ученые полагают, что глобальный подход должен включать изучение геолого-ресурсных, биосферно-экологических, эколого-космических, антропоных (здоровье, качество жизни), социальных, экономических, политико-правовых, научно-теоретических, технологических, ценностно-мировоззренческих и культурологических проблем. На этом фоне должны рассматриваться специфические особенности отдельных регионов и стран.

Развитие теории устойчивого развития уже вызвало к жизни ряд новых направлений фундаментальных научных исследований, в осуществлении которых активное участие принимает и география. Среди них — изучение глобальных изменений (в рамках Международной геосферно-биосферной программы), устойчивости геосистем на разных территориальных уровнях, реакции человека и человеческих популяций на изменения в окружающей среде, критических экологических районов и ситуаций. Одним из инструментов обеспечения устойчивого развития должно стать и улучшение территориальной организации общественного производства.

Естественно, что в условиях переживаемого в 90-е годы и в начале XXI столетия Россией сложного переходного периода практическая реализация теории устойчивого развития по многим причинам оказывается довольно затруднительной.

Например, негативно сказываются финансовое неблагополучие, отсутствие единой научно обоснованной стратегии развития страны и ее регионов. Тем не менее, научный задел в этой важной области знаний продолжает расти.

ГИС в решении радиационных проблем Кольского полуострова (С. Морозов, В Кошкин, 1999). Кольский полуостров превосходит все другие регионы бывшего СССР и стран мира по концентрации имеющихся ядерных установок. Сейчас здесь есть около 180 эксплуатируемых ядерных энергетических установок (ЯЭУ), около 140 списанных реакторов, более 10 мест хранения радиоактивных отходов (РАО). Краснознаменный Северный флот (КСФ) и Мурманское морское пароходство (ММП) в течение последних трех десятилетий затопили в Баренцевом и Карском морях более 2/3 активности всех радиоактивных отходов, захороненных в Мировом океане.

Потенциальная радиационная угроза со стороны ядерных объектов и продуктов их эксплуатации на Кольском полуострове инициировала международное сотрудничество ученых по изучению этой проблемы и поиску ее решений. В ходе этой работы границы проблемной территории естественным образом расширились и охватывают Северо-Запад РФ и Север Европы с омывающими морями. Основными радиационно-опасными объектами (РОО) региона являются: атомные электростанции (АЭС), объекты КСФ, корабли Атомного ледокольного флота (АЛФ) ММП, хранилища РАО и места временного хранения отработанного ядерного топлива (ОЯТ), затопленные РАО, ядерные реакторы и корабли с ЯЭУ, ядерный полигон на Новой Земле.

Радиационное загрязнение Кольского полуострова и прилегающих акваторий Северного Ледовитого океана в настоящее время находится на уровне фона. Локальное высокое загрязнение отмечено лишь в районах проведения взрывов, аварийных выбросов или хранения РАО. Поэтому основной опасностью для этого региона является риск радиационного загрязнения от потенциальных аварий на РОО, от имеющихся и будущих РАО и выводимых из эксплуатации ЯЭУ.

Необходимость ГИС. Для выполнения работ по оценке радиационного риска региона необходим качественный анализ доступ-

ной информации и характеристик РОО. Помочь решению проблемы могут современные методы работы с пространственно распределенными наборами данных в первую очередь — географические информационные системы. Работы с применением ГИС по анализу реальных и гипотетических ситуаций, возникающих на РОО, ведутся не первый год, в том числе и в нашей стране. В Кольском научном центре Российской Академии наук и, в частности, в Институте проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН исследуются экологические аспекты радиационной проблематики Кольского полуострова и региона. Задача заключается, прежде всего, в следующем:

- используя ГИС, сделать открытые данные по РОО региона более наглядными и убедительными, а проблему — более внятной;
- расширить доступ заинтересованных лиц к этим данным;
- на основе результатов компьютерного моделирования аварийных ситуаций на РОО и ГИС-анализа радиационного риска территорий выполнить построение соответствующих электронных карт;
- облегчить создание общего языка, интерфейса общения для отечественных и международных заинтересованных инстанций на всех уровнях, с целью продуктивного обсуждения проблемы и поисков средств и способов ее решения.

Описание разработки.

В настоящее время разработана структура и некоторые предварительные блоки ГИС региона, соответствующие кругу рассматриваемых вопросов. Основная цель разработки — на основе технологии ГИС создать информационный модуль, чтобы:

- систематизировать и структурировать информацию по РОО региона;
- анализировать радиационные проблемы в регионе;
- подготавливать исходные данные для математического моделирования атмосферного переноса радионуклидов и оценки риска в районах расположения ЯЭУ.

Области ее применения включают:

- Региональные системы радиационного мониторинга.
- Автоматизированные системы (локальные, региональные) поддержки принятия решений в случае возникновения аварии на ядерных объектах. Информационная поддержка:

- природоохранных предприятий и организаций региона;
- научно-исследовательских проектов и проектно-изыскательских работ;
- органов государственного надзора и ведомств по чрезвычайным ситуациям.

Объекты ГИС. База данных ГИС будет включать в себя объекты, сгруппированные в несколько слоев. На первом этапе были выбраны те объекты и в том объеме, которые обеспечены открытыми источниками информации: АЭС, затопленные корабли с твердыми РАО, места затопления ядерных реакторов, места проведения ядерных взрывов, места инцидентов с АПЛ, места запуска космических аппаратов в регионе (космодромы). Исходная информация для баз данных была получена из опубликованных источников и по результатам поиска в Интернет.

В работе по конструированию ГИС использовались следующие продукты фирмы ESRI:

- ARC/INFO — для создания слоев карты (со встроенной картой мира в проекции Робинсона в качестве картографической основы);
- язык AML — для разработки интерфейса к ГИС-базе данных;
- ArcExplorer 1.1 — для презентаций карт на персональном компьютере.

Развитие разработки. Предварительная версия разрабатываемой ГИС конструируется пока как локальный информационно-справочный модуль по радиационно-опасным объектам. Более перспективным является применение ГИС в региональных автоматизированных системах контроля радиационной обстановки и системах поддержки принятия решений на случай радиационных аварий. ИПЭС использует в настоящее время отдельные приложения ГИС-технологии для создания локальной Автоматизированной системы контроля радиационной обстановки Кольской АЭС.

ГИС все более активно используются для анализа радиационного риска региона. Это связано с тем, что используемые модели должны учитывать большие массивы важных пространственно-распределенных параметров. Слияние математического моделирования с ГИС требует либо создания стандартного интерфейса между моделями и ГИС, либо разработки математических моделей в рам-

ках ГИС-технологии. Реализованная в ARC/INFO (начиная с версии 7.1.2) открытая среда разработки приложений (ODE), позволяет объединять функциональные возможности ARC/INFO и других прикладных программ через специально создаваемые интерфейсы с использованием стандартных сред программирования. ODE позволила включить множество проблемных программ в пространство ГИС-технологии.

В семействе продуктов ESRI есть и другие модули, необходимые для рассматриваемого класса задач. К ним относятся серверы пространственных данных, картографические серверы Инtranет/Интернет, модуль для встраивания карт и функций ГИС в собственные приложения, модули для моделирования природной среды.

Примеры применения ГИС технологий можно найти в многочисленных ссылках сайта www.esri.com, в том числе в трудах ежегодных конференций ESRI. Применение ГИС поможет успешно приступить к решению задач инвентаризации, учета и контроля за состоянием радиационно-опасных объектов и самой территории региона, а также математического моделирования связанных с ними ситуаций.

3.5. ГИС – технологии при сравнительном изучении картографических материалов, используемых при составлении ландшафтных и оценочных карт (на примере высокогорий Карачаево - Черкесии)

При составлении ландшафтных и оценочных карт исследователи стремятся максимально использовать картографические материалы, на которых отображено строение отдельных компонентов ландшафтов. В первую очередь учитываются точные топографические и геоморфологические карты, изображающие особенности рельефа, геоботанические и почвенные карты. Компьютерные технологии облегчают составительские работы, позволяя приводить собранный материал к единому масштабу, осуществлять наложение одних карт на другие на дисплее компьютера с целью установления степени их соответствия.

Н.К. Акбаевой, под руководством д.г.м.-н. Ю.Я. Потапенко, в Карачаево – Черкесском госуниверситете, проведено сравнительное

изучение нескольких карт [2]. В качестве опытного участка выбрана долина р. Махара, левого притока р. Учкулана Карачаево-Черкесской республики.

Такой выбор обусловлен несколькими причинами: личным знакомством автора и научного руководителя с районом; относительно однообразным геологическим строением и соответственно отсутствием необходимости включать в анализ геологическую карту; наличием детальной геоморфологической карты, составленной в начале 90 - х годов.

В комплект изученных карт вошли:

1. Топографическая карта Карачаево - Черкесии масштаба 1:200 000, изданная Северо - Кавказским аэрогеодезическим предприятием в 1995 г.;
2. Геоморфологическая карта масштаба 1:50 000, составленная Черных В.И. в 1993 г. (Сев. - Кав. геологическое управление);
3. Почвенная карта КЧР масштаба 1:200 000, составленная Кубанским Государственным проектным институтом по землеустройству в 1977 г.;
4. Геоботаническая карта КЧР масштаба 1:100 000, составленная Львовским госуниверситетом (НИЛ геоботанических исследований) в 1989 г.
5. Ландшафтная карта КЧР масштаба 1:200 000, составленная в 1997 г. Шальневым В.А. (Ставропольский госуниверситет) и Джанибековой Х.А. (КЧГУ).

Фрагменты этих карт были сканированы, введены в компьютер и оцифрованы; каждая карта сопровождается условными обозначениями, включающими несколько информационных слоёв. Затем из фрагментов карт был извлечён бассейн долины р. Махар, ограниченный в плане водоразделами названной реки с соседними реками. Полученные графические изображения представлены на рис.17, 18, 19, 20, 21 . Все карты были сканированы в Сев. - Кав. РИКЦ (г. Ессентуки) В.В. Батищевым.

3.5.1. Краткая характеристика рисунков, отображающих площади распространения компонентов горного ландшафта

При характеристике компонентных карт горного ландшафта будем пользоваться двумя понятиями: «ландшафтный рисунок» и «природный рисунок компонента ландшафта».

Ландшафтный рисунок территории – пространственная мозаика, которую образуют на земной поверхности участки, соответствующие развитым на этой территории природным территориальным комплексам (ПТК) или микрообразованиям комплексного характера (Викторов, [21]). Ландшафтный рисунок иллюстрирует рис. 21.

Понятие «природный рисунок компонента ландшафта» предложено Ю.Я. Потапенко (1999), и в отличие от предыдущего означает пространственную мозаику, которую образуют участки поверхности, с однородным строением того или иного компонента ландшафта. Природный рисунок разных компонентов ландшафта показан на рис. 17 - 21.

Рисунок такого элемента растительного покрова, как лес, достаточно прост. Описание его приведено на рис. 17.

Размещение второго важного элемента растительного покрова - горных лугов не обнаруживает тесной связи с геоморфологическими элементами рельефа. Отнести рисунок, образуемый контурами лугов, к какому-либо типу затруднительно из-за небольшой их площади (рис. 18).

Меньше всего информации содержится на почвенной карте (рис. 19) – почвы как компонент ландшафта в долине р. Махар практически не расчленены.

Геоморфологическая карта, представленная на рис. 20, является сильно генерализованным вариантом весьма детальной карты масштаба 1:50 000. На последней показаны формы рельефа, созданные различными процессами и их сочетаниями. Всего различается 12 вариантов, каждому из которых соответствуют два ряда форм – деструктивный (гребни, кары, лавинные лотки и т. п.) и аккумулятивный (морены, лавинные конусы выноса и т. п.). Многие из этих форм невелики и не могут быть изображены в масштабе карты. На генерализованной карте показаны скалистые водоразделы – гребни (4), морены (2), ледники (1), склоны без разделения по преобладающим процессам (10), поверхности пойм и флювиогляциальных террас (8).

На рис. 21. представлен фрагмент ландшафтной карты В.А. Шальнева и Х.А. Джанибековой. В отличие от ранее рассмотренных карт контуры ландшафтного рисунка должны отражать границы между природными территориальными комплексами. Их достоверность рассматривается в следующем разделе.

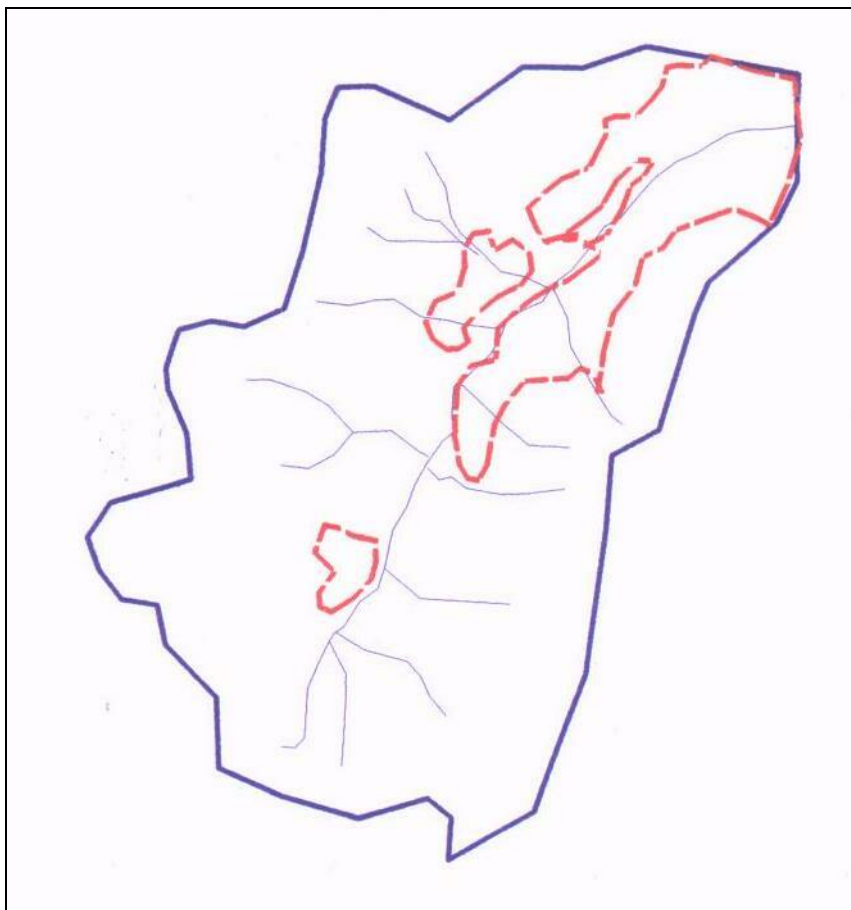


Рис. 17. Схема распространения лесов в долине р. Махар.
Составлена на основе топографической карты (1995 г.). Природный рисунок относится к извилисто - полосчатому подклассу; он определяется формой долины и высотой над уровнем моря, ограничивающей распространение леса вверх по склону.

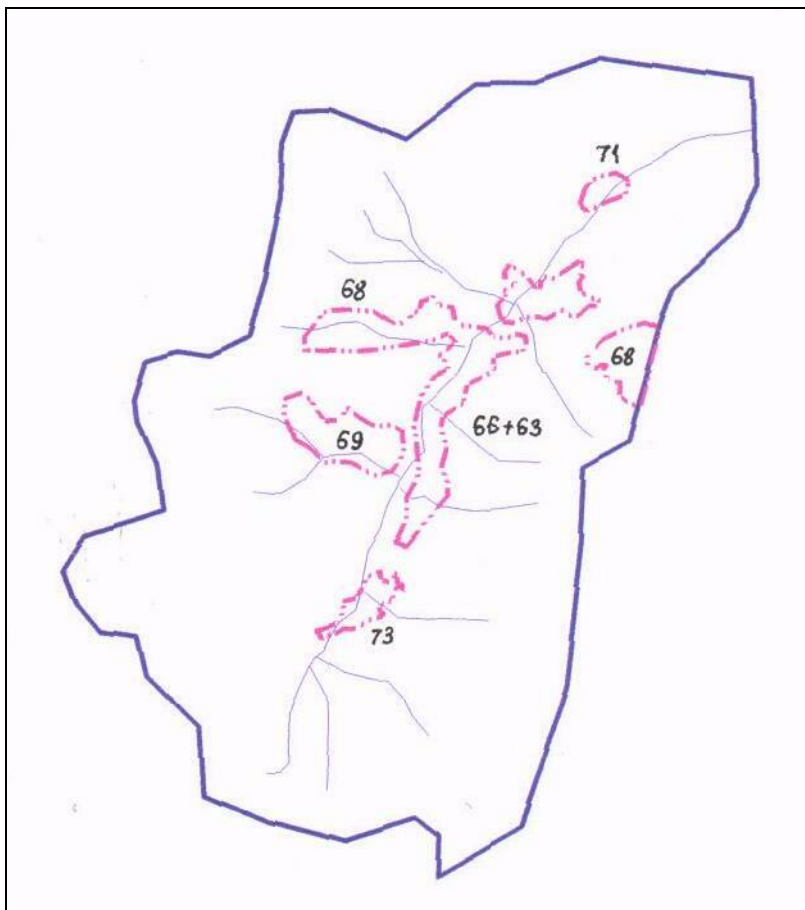


Рис. 18. Фрагмент геоботанической карты.

Цифрами показаны фитоценотические ассоциации;

66+63 - разнотравно - белоусовый + разнотравно - пестрокоптовый; 68 - разнотравно - печальноосоково - приземисто - овсянищевый; 69 - разнотравно - белоусовый; 71 - злаково - осоковый; 73 - кустарниковый.

Природный рисунок в целом неоднородный с сочетанием полосчатого и диффузного классов. Первый обусловлен приуроченностью лугов к днищу долины, второй объединяет лесные поляны и луга на относительно пологих участках склонов.

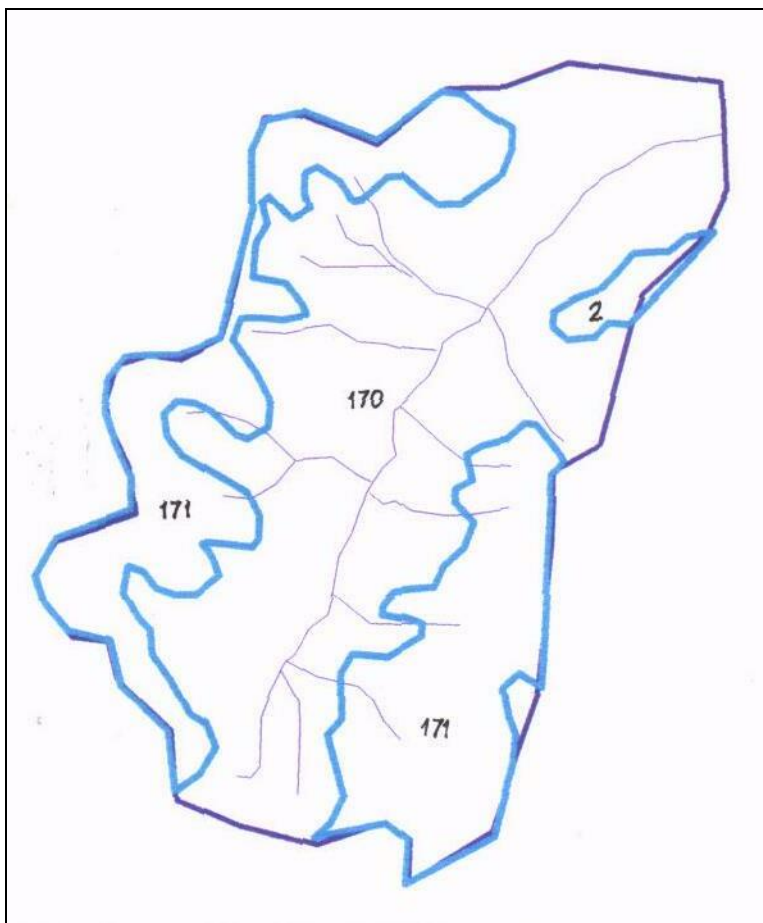


Рис. 19 . Фрагмент почвенной карты.

Цифрами обозначены площади распространения:

2 - почвы горно - луговые торфянистые с выходами плотных пород от 10 до 25%;

170 - скалы, выходы горных пород, каменные осыпи, оползни в комплексе с горно - луговыми примитивными и неполноразвитыми сильнокаменистыми от 10 до 25%;

171 - ледники и снежники.

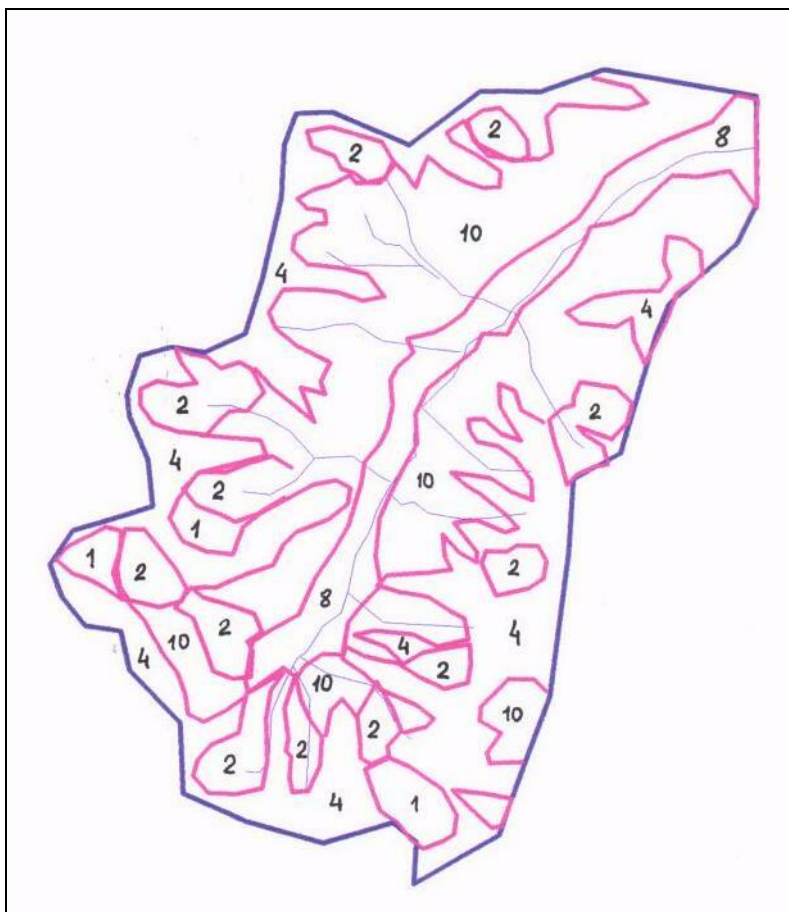


Рис. 20. Фрагмент геоморфологической карты, составленной путём генерализации карты масштаба 1: 50 000.

Рисунок определяется как сочетание неоднородного и полосатого классов. Пояснение в тексте.

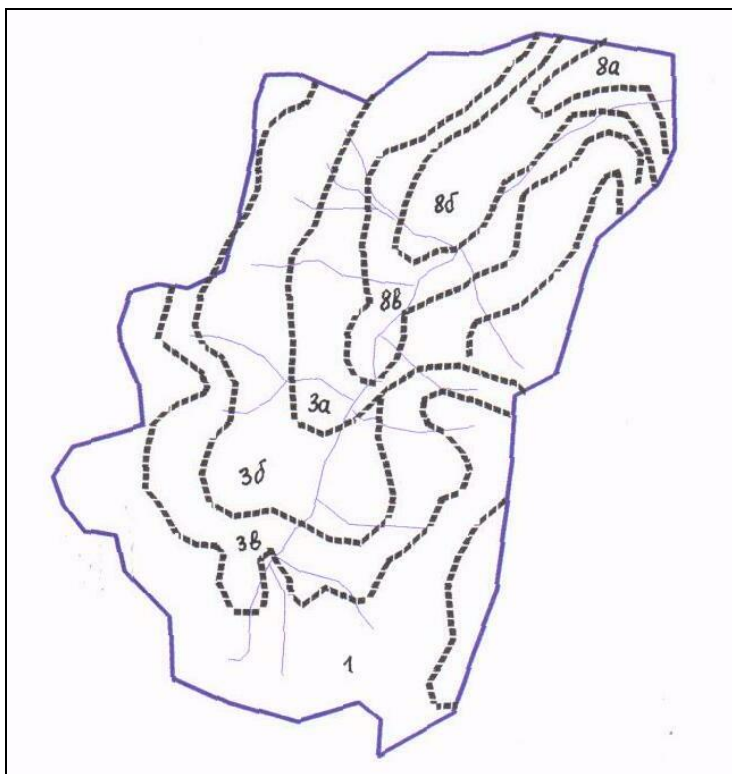


Рис. 21 . Фрагмент ландшафтной карты (по В.А. Шальневу, 1997).

1 - ландшафты нивального пояса Главного Кавказского хребта, вечные снега и ледники; 3 - ландшафты складчато - гдыбовых структур ГКХ: 3а - доминантный пояс субальпийских пестроострово - пестроовсянищевых лугов на горно - луговых почвах; 3б - доминантный пояс альпийских лугов на горно - луговых торфянистых маломощных почвах; 8а - переходный пояс хвойных (сосновых) лесов с полянами лугово - степных ассоциаций и нагорных ксерофитов на бурых горно - лесных почвах; 8б - доминантный пояс хвойных (сосновых) лесов; 8в - переходный пояс сосновых редколесий и берёзовых криволесий на бурых почвах.

Ландшафтный рисунок извилисто - параллельно - полосчатый. Напоминает рисунок горизонталей, что соответствует концепции, использованной при составлении карты (выделение высотных ярусов и поясов).

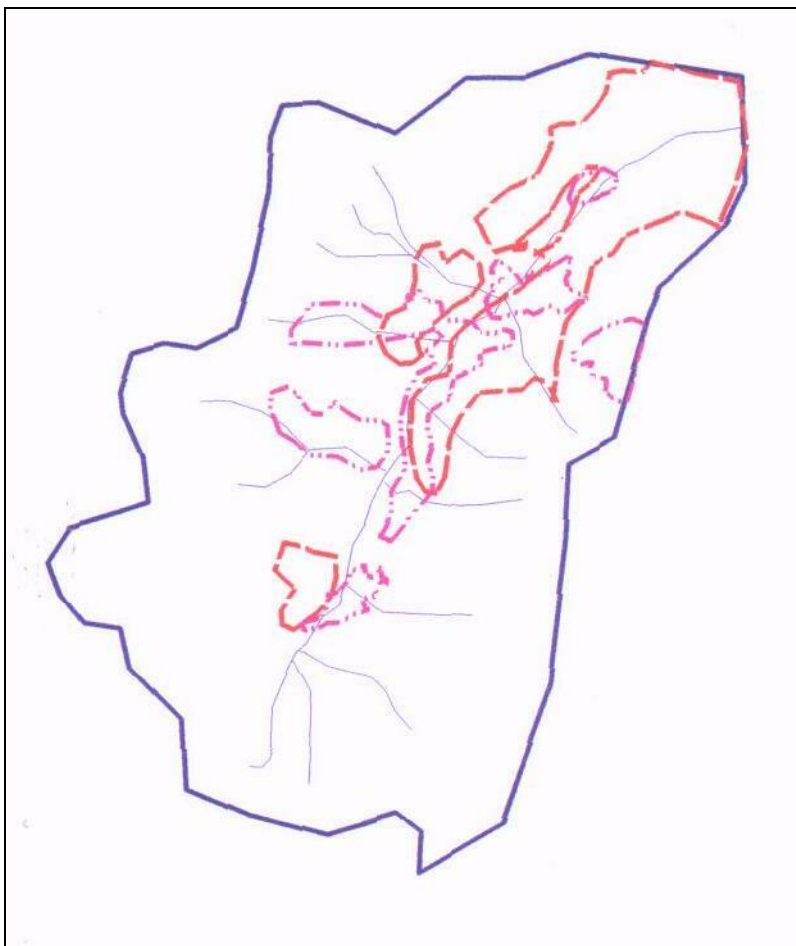


Рис. 22. Совмещение рисунков карт лугов и лесов.

Отчётливо видно частичное наложение контуров лугов и лесов, что свидетельствует о низкой достоверности границ, показанных на геоботанической карте.

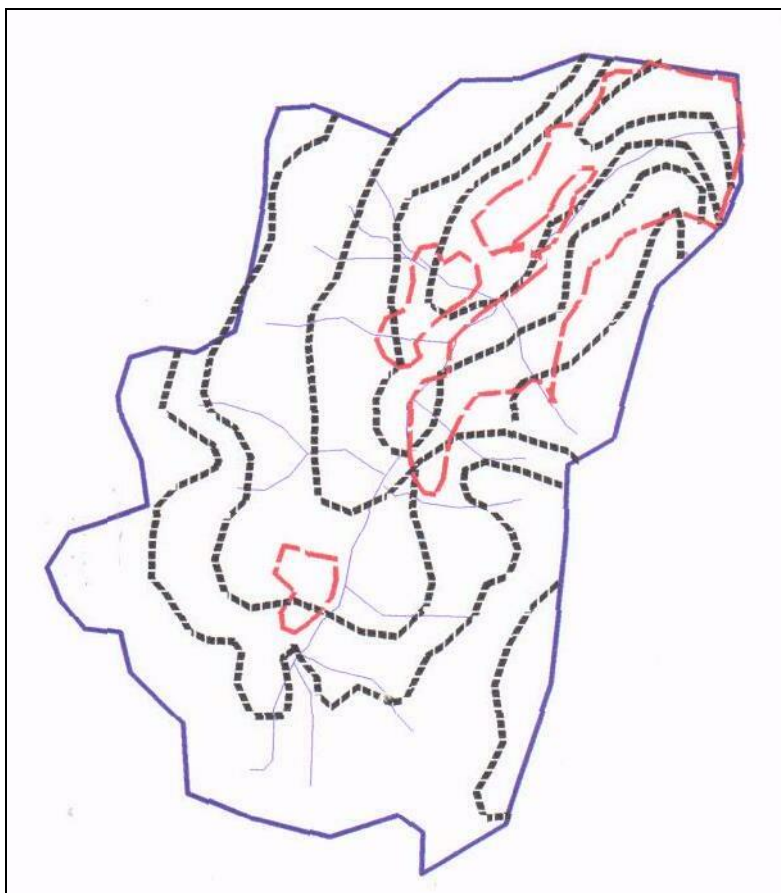


Рис. 23. Совмещение рисунков карт ландшафтов и лесов.

Ландшафтные границы, согласно определению В.А. Шальнева, являются границами геоботанических поясов. В таком случае требует объяснения полное несовпадение ландшафтного рисунка с верхней границей леса.

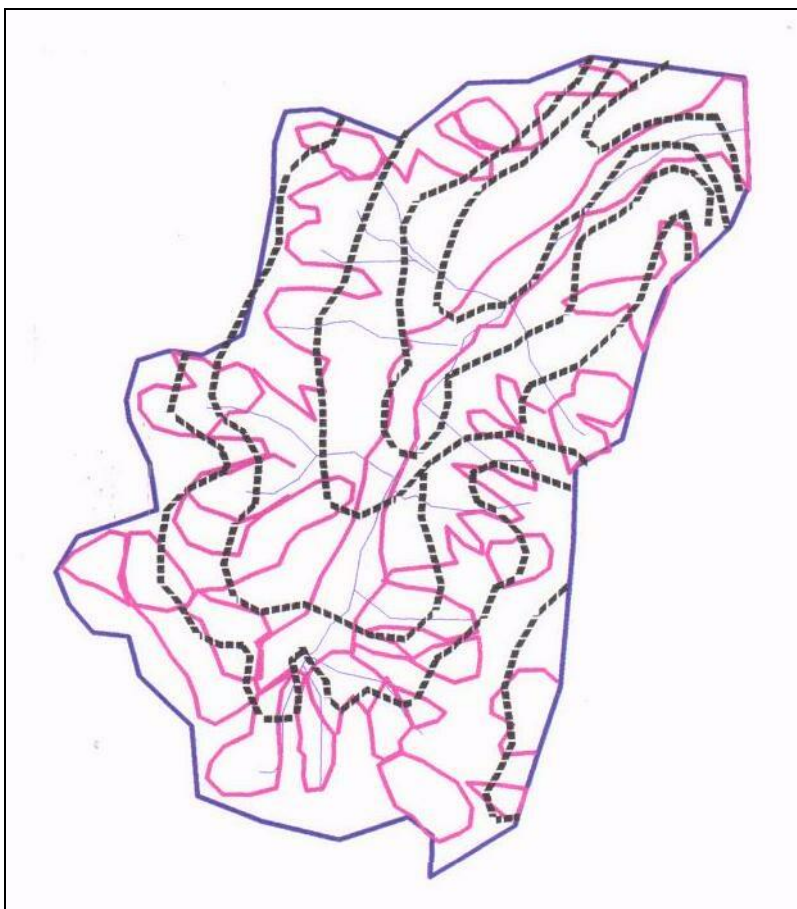


Рис. 24. Совмещение рисунков карт геоморфологической и ландшафтной.

Здесь, как и на рис. 23, также наблюдается отсутствие согласованности контуров. Поскольку геоморфологическая карта составлена с использованием аэрофотоснимков и густой сети маршрутов, приходится констатировать, что контуры ландшафтной карты излишне схематизированы.

3.5.2. Сравнительный анализ рисунков покомпонентных карт и ландшафтной карты

Анализ проводился на дисплее компьютера путём попарного совмещения имеющихся карт. Здесь помещены распечатки лишь трёх совмещений. Комментарии к ним приведены на рисунках 22, 23 и 24.

На основе проведенного анализа приходим к следующим выводам:

- 1) в большинстве случаев наблюдается отсутствие согласованности границ различных компонентов ландшафтов и собственно ландшафтных границ;
- 2) наиболее достоверными являются границы, показанные на топографической и геоморфологической картах;
- 3) использование почвенных и геоботанических карт для составления ландшафтной карты необходимо сопровождать полевыми исследованиями;
- 4) границы современных ландшафтных и оценочных карт КЧР нуждаются в согласовании с границами покомпонентных карт, в первую очередь геоморфологической.

3.5.3. Некоторые проблемы картографирования горных ландшафтов

Известно, что границы различных компонентов ландшафта (рельеф, почвы, растительность) могут не совпадать. Это вызывает разногласия у специалистов и создаёт трудности при проведении конкретных границ ландшафтов. В горах картирование ландшафтов осложняется наличием высотной поясности. Ландшафтные карты разных лет, охватывающие территорию КЧР, составлены по разным методикам. Например, В.Н. Шилкин (Севкавказгеология) при проведении границ ландшафтов опирался на хорошо опознаваемые на местности геоморфологические границы, совпадающие с геологическими. В.А. Шальнев и Х.А. Джанибекова (1997) выделили ландшафты путём группировки доминантных и переходных геоботанических поясов.

Рассмотрим представления о границах ландшафтов, о факторах, определяющих их чёткость, и об экотонах, используя собственные полевые наблюдения на Махарском полигоне.

Границы ландшафта. Вопрос о границах ландшафта особенно детально проанализирован А.Г. Исаченко [43].

Ещё на заре ландшафтоведения Л.С. Берг говорил, что ландшафты разделяются естественными границами. Этим он хотел подчеркнуть, что границы ландшафта объективны, они существуют в самой природе и не должны проводиться произвольно или субъективно. Некоторые географы в начале 50 х – годов провозгласили идею линейности (резкости) всех ландшафтных границ. Большинство географов с этой точкой зрения не согласилось, считая, что в реальной действительности чаще приходится иметь дело с более или менее размытыми переходами между различными ландшафтами (как и между их морфологическими подразделениями).

Границы ландшафтов в пространстве представляют собой переходные полосы различной ширины и имеют комплексный характер, они как бы складываются из многих частных границ. Но пространственные переходы у разных компонентов проявляются неодинаково. Известно, что климатические границы по своей природе расплывчаты, почвенные и геоботанические могут быть и относительно чёткими и расплывчатыми, геолого – морфологические чаще других бывают чёткими. Далее, следует принять во внимание, что пространственные рубежи изменчивы во времени, причём у разных компонентов степень этой изменчивости неодинакова.

Граница ландшафта имеет определённую ширину и может условно рассматриваться как линия лишь в том случае, когда выражается в виде линий в масштабе карты. Действительная ширина ландшафтных границ варьирует в широких пределах. Наиболее чёткие границы связаны с аazonальными геолого – морфологическими факторами (например эскарп Скалистого хребта). Достаточно отчётливые ландшафтные рубежи бывают связаны со сменой контрастных горных пород, если даже эта смена слабо выражена в рельефе. Менее определённые границы, связанные с постепенной сменой четвертичных пород, площади распространения которых языками, фестонами и отдельными пятнами заходят одна в другую (рис. 25).

Поскольку аazonальные факторы характеризуются более частой изменчивостью в пространстве, чем зональные, большинство ланд-

шафтных границ, по мнению А.Г. Исаченко [43], имеет азональное происхождение. Но многие границы обусловлены зональными факторами. На обширных и однообразных по рельефу равнинах они создают наиболее расплывчатые ландшафтные переходы. В ряде случаев зональный рубеж накладывается на азональный и в этом случае образуются достаточно чёткие ландшафтные границы (например, на стыке Приволжской возвышенности и левобережной низменности, к которому приурочено русло Волги).

Ландшафт – трёхмерное тело, следовательно, у него должны быть и вертикальные границы в литосфере и тропосфере. Нижние границы ландшафтов, обычно определяются десятками метров по нижней границе зоны выветривания. К ландшафтам бесспорно относится приземный слой тропосферы – до 30 – 50 м., а иногда и более над земной поверхностью, пронизанный наземными частями растительного покрова, включая слой в 10 м и более над его поверхностью, где сказывается влияние растительности на движение воздуха, осуществляется перенос пыльцы, а многие насекомые проводят большую часть жизни.

Вопрос о границах геосистем или ПТК различного ранга интересовал не только географов, но и других специалистов, объектом деятельности которых служит земная поверхность. Например, лесоводы исследовали возможности выявления границ лесных ПТК в то время, когда в лесоустройстве в широких масштабах стали использовать аэрофотоснимки [11].

При этом они обращали внимание прежде всего на те таксационные характеристики насаждений, которые больше всего оказывали влияние на тон или структуру изображения насаждений на снимках. Однако теоретически можно предположить, что выраженность границ зависит не только от строения древостоя или других ярусов растительности, но и от ранга того или иного ПТК в пределах структуры данного ландшафта.

В связи с этим изучалась чёткость границ лесных ПТК, затем их сравнивали с имеющимися таксационными выделами.

Исследования проводились в Лисинском учебно – опытном совхозе Ленинградской области [62]. Для исследований была подобрана местность, где сформировались и до сих пор сохранились фации коренных ельников на черничных, кисличных и травяно-папоротниковых типах лесорастительных условий. Местности и

урочища-доминанты выделялись с помощью топокарт и космических снимков м-ба 1:200 000. Фации и небольшие урочища устанавливались на основании плана лесонасаждения и аэроснимков м-ба 1:10 000.

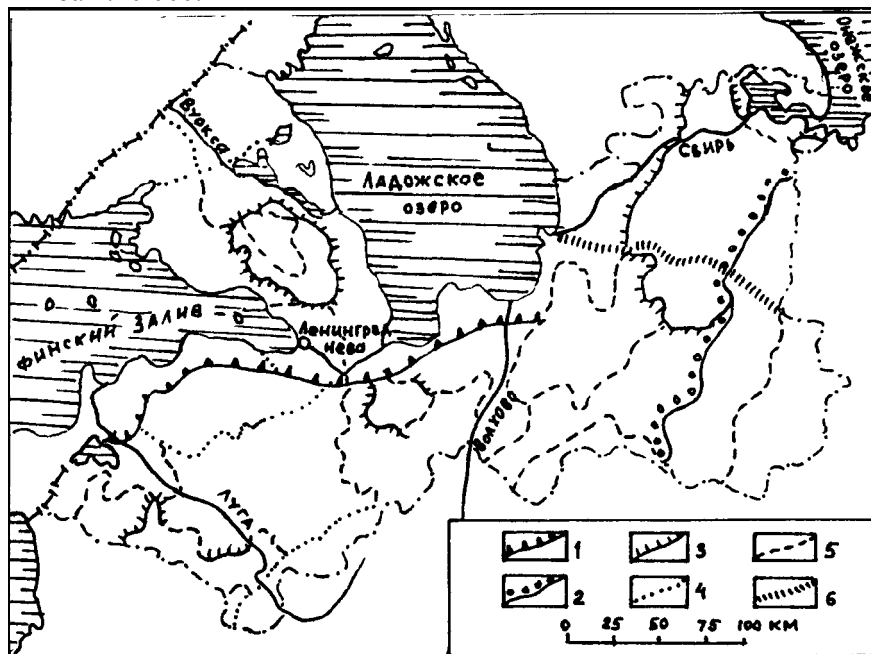


Рис. 25. Границы ландшафтов Ленинградской области
(по А.Г. Исаченко, 1991).

1 - орографические рубежи (структурные уступы), сопровождаемые сменой коренных пород, 2 - структурные уступы, усложнённые аккумуляцией моренного материала, имеющие вид широких скатов, 3 - орографические границы, сопровождаемые сменой четвертичных отложений, 4 - границы, обусловленные сменой коренных пород, но мало выраженные в рельефе, 5 - границы, обусловленные сменой четвертичных отложений и постепенным изменением абсолютных высот, 6 - зональные границы, частично проведённые с учётом орографии.

В процессе полевых исследований установлено, что смена фаций внутри урочища в данной местности определяется прежде

всего степени увлажнения того или иного участка. Увлажнённость в свою очередь вызывает преобразования растительного покрова, которые нередко касаются только моховой и травяной растительности как индикаторов увлажнения. Состав древостоя при этом может оставаться постоянным. Изменяется только тип лесорастительных условий и производительность насаждений.

Границы урочищ с избыточным застойным и нормальным увлажнением достаточно выраженные и определяются прежде всего условиями дренажа, хотя резких изменений рельефа при этом не наблюдается. Состав древесно-кустарникового и особенно травяного ярусов варьирует также резко. Границы периферийных фаций всегда более чёткие, чем границы центральных фаций внутри урочищ. Эта закономерность характерна для всех трёх типов урочищ – с нормальным увлажнением, избыточным проточным и избыточным застойным.

И, наконец, были обследованы границы фаций для периферийной местности. Они оказались чёткими и хорошо распознавались по изменению состава древесной и травяной растительности, а также по различиям в рельефе местностей. Можно даже считать, что на границах местностей в данном ландшафте изменяется прежде всего тип рельефа, а вместе с ним и почвенно-гидрологические условия и тип растительности.

Границы самих урочищ более чёткие и определяются резким изменением типа увлажнения – застойного, проточного или нормального. Выраженность границ таксационных выделов на обследованной местности подчиняется отмеченным закономерностям, если границы между выделами проходят на основании различий в типах лесорастительных условий или типах леса [62].

Явление экотона в горных ландшафтах КЧР. Под экотонам понимают переходную полосу между физиономически отличными сообществами (Реймерс, 1990), например, опушка леса - экотон между лесом и лугом. Выделение и оценка границ на местном и региональном уровнях проводятся по разным критериям. В региональном масштабе, по мнению В.А. Шальнева [116], чётких границ природных геосистем фактически не существует. Здесь можно вести речь о буферных регионах, имеющих переходные черты (например, ландшафты предгорий). На локальном уровне отмечается явление краевого эффекта, когда на границе появляются морфологические

единицы пограничного ландшафта.

По мнению В.Б. Сочавы [96], границы бывают отчетливые, мозаичные и размытые. Мозаичные границы, т. е. границы с вкраплением фрагментов из соседнего региона и обратно, называют ленточными. Они вытянуты в виде полосы, в пределах которой и сказывается влияние соседних регионов. Ленточную границу, особенно если она относительно широка, можно рассматривать как экотон или как «пояс напряжения», возникающий на рубеже двух смежных экосистем.

Наглядно экотоны проявляются в горах в связи с высотной зональностью. Чаще всего экотоны имеют вид ленточных границ на переходах от низкогорий к среднегорьям и от среднегорий к высокогорьям. В первом случае он связан с эффектом барьерного подножья и изменения увлажнения (ростом осадков, пестроты их распределения на наветренных и подветренных склонах, склонах разной экспозиции т.д.). В этом случае экотон состоит из фрагментов соседних равнинного и среднегорного регионов.

На границе среднегорий и высокогорий проявляется «эффект хионосферы», связанный с отношением тёплых (дней без снежного покрова) и криосферных (дней со снежным покровом) периодов года.

Контурный тип экотона относится к внутриландшафтной дифференциации и представлен сочетанием морфологических единиц (фаций и урочищ) пограничных ландшафтов.

Ленточный и контурный тип экотона можно рассмотреть на примере соотношения таких понятий как ландшафтный и геоботанический высотные пояса[112]. Ландшафтный пояс формируется в пределах округов и приурочен к определенному ярусу гор. Он имеет однородность в геоморфологическом и литологическом отношениях. Климатогенные и биогенные компоненты ландшафтного пояса более разнородны и представлены набором генетически однородных геоботанических поясов.

Геоботанические пояса относятся к категории внутриландшафтной вертикальной дифференциации. Они формируются под влиянием изменения с высотой климатических факторов и фиксируют качественные изменения одного (растительности) или нескольких компонентов среды – растительности, почв, климата[117]. Поэтому такие пояса неоднородны по своей сущности и могут быть домини-

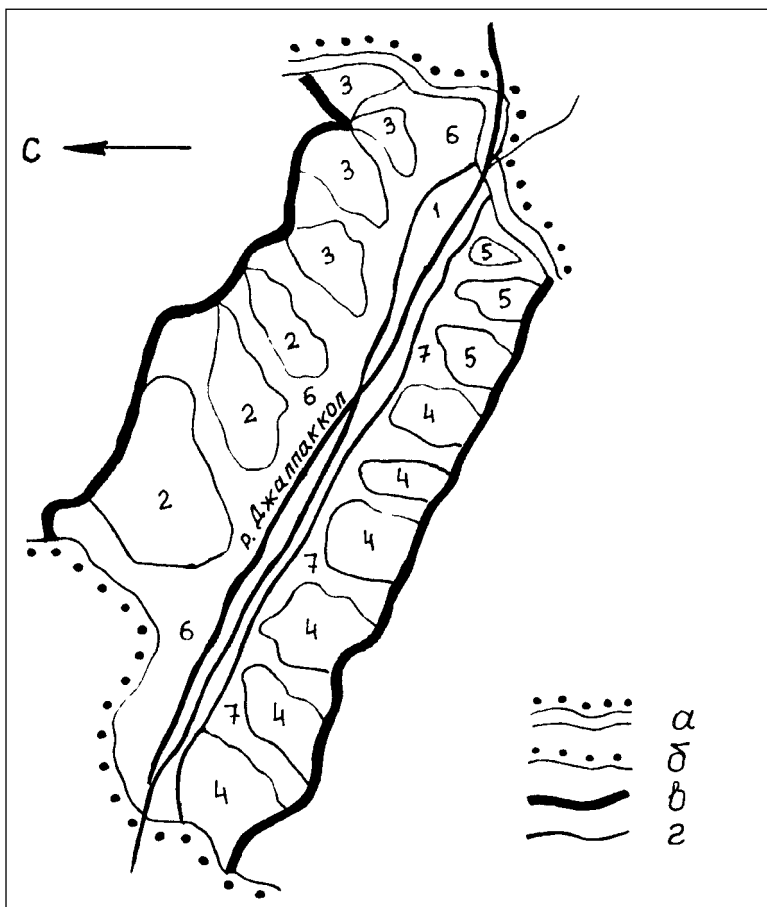
нантными и переходными. Доминантный геоботанический пояс относится к ядру ландшафта и формируется в условиях ведущего фактора – климатогенного поля однородности, например, пояс хвойных лесов среднегорий. Переходный геоботанический пояс образуется на границе климатогенных полей однородности (КПО), где наиболее заметны количественные и качественные изменения климатических показателей. Для него характерно господство не одного, а нескольких типов растительности и других компонентов природы. Переходные пояса сочетают в себе свойства двух пограничных доминантных поясов и отражают закономерности, получившие название экотона.

Местность троговой висячей долины, сложенной гранитами, коллювием и водно – ледниковыми отложениями, в высотном поясе экотона берёзовых криволесий, сосновых редколесий и разнотравно – злаковых субальпийских лугов.

Выделяются сложные урочища:

1. Днище речной долины с фрагментами верхнечетвертичных террас и озёрными четками, сложенные аллювием и водно – ледниковыми отложениями, со злаково – разнотравными и разнотравно – злаково – осоковыми лугами на заболоченных примитивных аллювиальных почвах.
2. Крутые и обрывистые склоны троговых долин юго – западной экспозиции, сложенные гранитами и коллювием, с сосновыми лесами и сосновыми редколесьями на грубосклетных почвах.
3. То же, с субальпийскими лугами на горно – луговых почвах и сосновыми редколесьями на грубосклетных бурых лесных почвах.
4. Крутые и обрывистые склоны троговых долин восточной экспозиции, сложенные гранитами и коллювием, с берёзовыми криволесьями на горно – кустарниковых почвах и злаковыми субальпийскими лугами на горно – луговых почвах.
5. То же с зарослями рододендрона кавказского на горно – кустарниковых почвах и разнотравно – злаковыми лугами на горно – луговых почвах.
6. Конуса выноса нижней трети крутых склонов западной экспозиции, сложенные коллювиально – пролювиальными отложениями, с разнотравно – злаковыми лугами на горно – луговых почвах.
7. То же восточной экспозиции, сложенные коллювиально – про-

лювиальными отложениями, со злаковыми субальпийскими лугами (50 – 70%), зарослями можжевельника (5 – 10%) и открытыми осыпями (10 – 20%) на горно – луговых



слаборазвитых почвах.

Рис. 26. Фрагмент ландшафтной карты долины реки Джалпак - Кол в высотном поясе экотона сосновых редколесий, берёзовых криволесий и субальпийских лугов [113].

Границы морфологических единиц: а – ландшафта, б – геоботанического пояса, в – местности, г – урочища.

Рассмотрение рис. 26, представляющего собой детальную карту долины р. Джалпак - Кол, позволяет сделать следующие выводы: в качестве экотона выделена местность (границы её обозначены жирными линиями), включающая днище долины и её склоны вплоть до верхней границы леса. Однако леса на правом и левом склонах долины заметно различаются: а) правый склон, имеющий юго - западную экспозицию, покрыт сосновым редколесьем, которое относится к лесной зоне; б) левый склон с северо - восточной (а не на восточной, по В.А. Шальневу) экспозицией имеет типичные субальпийские фитоценозы с рододендронами и берёзовым криволесьем. Поэтому в данном случае можно достаточно уверенно провести границы между лесным и субальпийскими поясами по днищу долины, не прибегая к выделению экотона.

По-видимому, именно различные подходы к выделению границ являются причиной несовпадения контуров на совмещённых картах ландшафтов и компонентов (рис.22 - 24).

Выполненное исследование является первым опытом изучения частной географо-экологической проблемы Карачаево-Черкесии с использованием ГИС и компьютерных технологий.

Исследование посвящено актуальной теме - анализу морфологических особенностей горных ландшафтов. Для достижения поставленной цели был выбран представительный участок горного ландшафта, расположенный в морфоструктуре Главного Кавказского хребта. Для этого участка был собран картографический материал - карты: топографическая, геоморфологическая, почвенная, растительности, ландшафтная; картографические изображения и банк данных по их содержанию (условные обозначения) были введены в компьютер, что позволило провести сравнительный анализ ландшафтных и покомпонентных рисунков.

Выявлены существенные расхождения в рисовке проанализированных карт. Причины этих расхождений выяснились путём проведения рекогносцировочных маршрутов.

Сделан вывод, что ряд карт, отражающих распределение компонентов ландшафтов (в первую очередь, почвы и растительность), недостаточно точны. Даны рекомендации по улучшению качества карт.

3.6. Перспективы ГИС-технологий в обустройстве и функционировании ОПТ Северного Кавказа

К началу третьего тысячелетия в горной части Северного Кавказа Южного федерального округа (ЮФО) функционирует спонтанно сформированная сеть охраняемых природных территорий (ОПТ) различных категорий—пяти государственных природных заповедников (Кавказский, Тебердинский, Северо-Осетинский, Кабардино-Балкарский, Дагестанский), трех государственных природных национальных парков (Сочинский, Приэльбрусье, Алания), природных парков, памятников природы, заказников, ряда микрозаповедников, серии дендропарков и ботанических садов, а также множества курортов, лечебно-оздоровительных местностей, в т. ч. наиболее крупных в регионе и наиболее значимых на Юге России рекреационных и лечебно-оздоровительных комплексов—районы Большого Сочи и Кавказских Минеральных вод. Разнохарактерность функций, задач, режимов охраны, а также экологических и социально-экономических проблем региона и самих территории не позволяют сегодня дать их объективную характеристику и провести системный анализ[109].

Развитие новой европейской идеологии ECONET позволит создать структурную и функциональную непрерывность охраняемых природных территорий, обеспечить максимальное представительство ландшафтного и биоразнообразия жизнеобеспечивающих экосистем, тем самым оптимизировать репрезентативность системы, обеспечить прогнозирование социальных процессов и пространственного разделения экономической деятельности региона путем включения ОПТ в региональное планирование, а в конечном итоге не только способствовать, но и обеспечивать устойчивое развитие региона Северного Кавказа.

Использование зарубежного и отечественного опыта выработки технологий создания программ устойчивого развития

показывает преимущество использования в качестве инструментария для достижения целей геоинформационных систем.

Создание ECONET Северного Кавказа должно опираться на ряд принципиальных и обязательных базовых положений.

Принципы формирования ECONET

Северного Кавказа:

- ✓ использование всего спектра возможных ОПТ, в т. ч. не представленных в ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», правовая доработка новых категорий ОПТ, использование ландшафтно-экологического планирования, биогеографического зонирования;
- ✓ сохранение всего или максимально возможного биоразнообразия и ландшафтов;
- ✓ охрана жизнеобеспечивающих и первичных экосистем;
- ✓ использование заповедников и национальных парков— наиболее консервативных ОПТ региона — в качестве опорных объектов природно-экологического каркаса;
- ✓ разработка, расчет и проектирование экологических коридоров (внести дополнения в ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»);
- ✓ сотрудничество со странами ближнего зарубежья на Кавказе. Постройка ECONET Северного Кавказа теряет смысл без сотрудничества с ОПТ зарубежного Кавказа. В перспективе на Кавказском перешейке должен функционировать ECONET Кавказа.

ECONET Северного Кавказа должен опираться на систему категорий объектов: заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы, лечебно-оздоровительных местностей и др. Каждый объект имеет кадастр и ГИС—программу функционирования, управления и развития[109].

Природно-территориальные комплексы охраняемых территорий, в первую очередь—заповедники и национальные парки как никакие другие соединили в себе множество функций и задач, опирающихся на фундаментальные свойства про-

странственной информации, которые сегодня стали специализированными предметами геоинформатики. Именно ГИС-технологии позволяют не только организовывать и анализировать блоки биотических данных с привязкой их к геооснове, но и решать множество прикладных задач этих территорий, связанных с их управлением, охраной, моделированием и прогнозированием процессов и явлений, – научными исследованиями, экологическим мониторингом, рекреацией, функциональным зонированием, взаимодействием с местным населением и администрацией. Применение ГИС для ОПТ в нашей стране – новая сфера реализации этих территорий в XXI в. для обустройства и функционирования региональных ECONETов[109].

Сложность организации и полифункциональность ведущих ОПТ Северного Кавказа (заповедников и национальных парков), а также вышеперечисленные особенности региона подтверждают не только целесообразность, но и необходимость применения геоинформационных технологий для разработки ECONETA Северного Кавказа XXI в. При этом необходимо выполнение некоторых принципиальных условий при создании ГИС-проектов, учитывая накопленный опыт за рубежом и в России, а также специфичность региона Северного Кавказа.

В регионе нецелесообразна разработка экологической геоинформационной системы по субъектам Российской Федерации. Это приведет к неоправданному удорожанию ГИС-проектов, фрагментарности информации, дублированию решаемых задач, несовместимости баз данных, программного обеспечения.

То, что приемлемо для больших территорий, как Новосибирская область, или небольших, но однородных или крупных агломераций как Москва, неприемлемо в наших условиях. Кроме того, динамичность биоты, миграции, взаимозависимость и взаимообусловленность формирования ландшафтов и биотических комплексов не позволяют разрывать и разбрасы-

вать информацию по различным базам данных. В основу ГИС-платформ может быть положен бассейновый принцип, ландшафтно-экологический или биогеографический. В любом случае этого будет требовать ECONET, поскольку формирование системы ОПТ должно идти по пути максимального представительства ландшафтного и биоразнообразия.

Важнейшей необходимостью в создании ECONETа Северного Кавказа станет разработка и выделение «экологических коридоров». Для их образования и картографического выделения понадобится обработка большого количества переменных, пространственный анализ направлений и интенсивности потоков обмена генофонда, что потребует обработки ареалов, популяционных структур и миграций охраняемых видов. Предполагается, что для этого будут использованы обработанные в ERDAS IMAGINE изображения и геоинформационный анализ, чтобы рекомендовать территории, которые будут выполнять роль коридоров. Необходимы также разработка юридического толкования и определения статуса подобных территорий, дополнения ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» данной категорией, создания ведомственных документов и Положения об экологических коридорах с целью закрепления данных категорий ОПТ[109].

Особая роль в функционировании ECONET Северного Кавказа будет принадлежать трансграничным ОПТ. Практическое создание подобной системы на Кавказе совершенно нецелесообразно в пределах только политико-административных границ субъектов РФ и государственных границ РФ. Охрана биоразнообразия и ландшафтов Кавказского перешейка только на северном макросклоне Главного Кавказского хребта девальвирует идею ECONET. Необходимы инвентаризация и сотрудничество с ОПТ республик Закавказья, и в первую очередь трансграничными территориями, для выработки совместных решений по охране природы и совместимости законодательства. В связи с этим могут быть созданы ГИС трансграничных ОПТ, ГИС ОПТ Закавказья, ГИС экологического права и др.

Продукты ГИС-технологий—это не эмоциональный аргумент в обустройстве и функционировании ОПТ, а научно-обоснованный беспристрастный анализ и прогноз ситуации и объектов, которому можно противопоставить только одно—такой же ГИС-анализ и прогноз.

ГИС-технологий сегодня для ОПТ должны стать не только важнейшим инструментом их обустройства и функционирования, но и главным средством природоохраны против эмоциональных аргументов природопользователей, единственно объективным средством общения с администрациями и местным населением в охране и защите территории дикой природы[109].

ГЛАВА 4. ГИС - ОБРАЗОВАНИЕ

Геоматика. В последнее время за рубежом активно обсуждаются проблемы образования в области геоматики. Это направление (и термин), возникшее во франкоязычной литературе, теперь широко используется не только в Канаде и Франции, но и в других европейских странах и в Австралии. **Геоматика** определяется как «сфера деятельности в науке и технике, имеющая дело с использованием информационных технологий и средств коммуникаций для сбора, хранения и управления пространственно – координированной информацией, обеспечивающей принятие решений». В других трактовках геоматика предстаёт суперсистемой. Охватывающей такие дисциплины, как математика, физика, информатика, картография, геодезия, фотограмметрия, дистанционное зондирование и т.д...[13].

4.1. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития

По мере дальнейшего развития ГИС-индустрии и ГИС-перечень видов, и содержание профессиональной геоинформационной деятельности будет расширяться и детализироваться. Вместе с тем, за рубежом перечисленные виды деятельности уже сейчас формируют определённые требования к рынку специалистов в области геоинформатики и ГИС со стороны организаций и учреждений, влияя, тем самым, на систему геоинформационного образования и обучения. К сожалению, серьёзных исследований в области геоинформационного рынка труда пока не проводилось. Появляющиеся в ведущих геоинформационных журналах статьи, затрагивающие эту тему, вспыхивающие время от времени на электронных форумах в сети Internet острые дискуссии и обсуждения возможностей трудоустройства среди геоинформационных специалистов, как правило, фрагментарны и излишне конкретизированы приме-

нительно к тем или иным фирмам и организациям, получаемой специальности, оплате труда и т.п. [90].

Тем не менее, в геоинформационной, особенно электронной, среде наметился существенный рост объявлений о доступных вакансиях по геоинформационным специальностям и переход от аскетических и «телеграфных» форм подачи материала к более развернутому и детальному изложению предъявляемых требований должностных обязанностей и т.д.

Хотя подобные материалы отражают потребности зарубежного геоинформационного рынка труда, их анализ, тем не менее, может быть полезен для российского ГИС-сообщества при обсуждении и построении стратегии геоинформационного образования с учетом (всё же хочется надеяться) скорейшего формирования отечественной ГИС-индустрии и ее выхода на общемировой уровень.

Для анализа были отобраны лишь те электронные объявления, которые позволили охарактеризовать различные стороны рынка труда: распределение геоинформационных вакансий по организациям, по должностям, требованиям, обязанностям и т.д. Несмотря на сравнительно небольшую выборку – 59 объявлений, опубликованных в ряде геоинформационных телеконференций (GIS-L, CONSGIS-L, GFS-JOBS), – полученные результаты, на наш взгляд, отражают основные тенденции развития геоинформационного рынка труда.

Наибольшее число предлагаемых вакансий приходится на фирмы, занятые в сфере геоинформационных услуг: консультирование, разработка и выполнение ГИС-проектов, производство и распространение цифровых геопространственных данных.

Активность фирм легко объяснима переходом ведущих стран (США, Канада, Англия) с начала 90-х годов к так называемому «пользовательскому» (после «пионерного», «государственного» и «коммерческого») этапу развития ГИС-технологий. В условиях сложившегося достаточно широкого рынка программных средств, продолжающегося первичного

накопления и обновления геоданных, повсеместного перехода к «геоинформационному мышлению» при решении территориальных задач на разных уровнях, фирмы занимают нишу т.н. **Value-Added Resellers (VAR) – «Продавцов (товара) с Добавочной Стоимостью»**. Потенциальные пользователи ГИС в целом недостаточно хорошо ориентируются в разнообразных аппаратно-программных средствах, доступных цифровых геоданных, не имеют опыта проектирования ГИС и их эксплуатации. Поэтому эти проблемы берут на себя специализированные геоинформационные фирмы.

Формируя и обслуживая рынок геоинформационных услуг, фирмы, тем самым, активно влияют на формирование рынка геоинформационных профессий, предпочитая приглашать специалистов, владеющих теми из них, которые можно назвать «чисто геоинформационными профессиями». К ним относятся **ГИС–специалисты, ГИС–аналитики, ГИС–программисты, ГИС–техники и, наконец, ГИС–менеджеры** [90].

Появление устойчивого спроса на подобные геоинформационные профессии характерно для всех участников рынка труда. В целом по всем организациям их доля составляет около 57%, а по фирмам – 66%.

Активно нацелены на приобретение таких специалистов и федеральные научные и отраслевые центры. Хотя их потребности в специалистах, по сравнению с другими организациями, в целом невелики (12%), во всех объявлениях идет речь исключительно о «чистых» геоинформационных профессиях.

Геоинформационные фирмы ориентированы на местные и региональные управления или агентства, занятые отраслевым или территориальным администрированием. Именно они создают в настоящее время массовую картину освоения и использования ГИС-технологий и цифровых геоданных в развитых странах.

Проектируя и создавая для них ГИС различного назначения, помогая в их эксплуатации и развитии, фирмы освобож-

дают подобные агентства от необходимости содержать штат специалистов, необходимых для осуществления подобной работы (ГИС-программистов, ГИС-специалистов, ГИС-менеджеров), что позволяет этим агентствам накапливать интеллектуальный потенциал преимущественно в области использования ГИС (ГИС-аналитики, географы, картографы).

Любопытно, что фирмы, в свою очередь, отказываются от услуг ГИС-техников, которые обычно отвечают за технологическое обеспечение ГИС-проектов, предпочитая, по видимому, использовать по мере возможностей для подобной работы квалифицированных ГИС-программистов, расширяя их обязанности и экономя на затратах.

Если попытаться построить **«схему функционального взаимодействия»** между различными ГИС-профессиями в пределах какой-либо идеальной организации, то может быть предложена следующая расстановка.

Согласно схеме ключевыми фигурами в геоинформационной деятельности следует считать **ГИС-менеджера и ГИС-специалиста**, которые должны обладать системными знаниями и навыками работы в области проектирования создания и эксплуатации и развития ГИС.

Попробуем представить себе обобщённый профессиональный портрет ГИС-менеджера высокой квалификации, своеобразный идеал и «голубую мечту» руководителей различного ранга, для которых развитие и использование ГИС-технологий уже стало или скоро станет одним из приоритетных направлений собственной деятельности.

Безусловно, это должен быть всесторонне развитый специалист, способный:

- ✓ разработать концептуальную геоинформационную модель возникшей проблемы с учетом ее предметной и территориальной специфики;
- ✓ оценить перспективы ее реализации с помощью современных ГИС-технологий (источники, характер и качество геоданных, методы, аппаратно-программные сред-

- ства, исполнители и т.д.) с учетом существующих мировых стандартов и тенденций;
- ✓ обосновать набор принципов, методов, приемов и проч., необходимых для организации информационного обеспечения ГИС-проекта, оценить возможные затраты и альтернативные решения;
 - ✓ разработать аван-проект, бизнес-план, программу работ и иную документацию, регламентирующую реализацию ГИС-проекта;
 - ✓ организовать и управлять разработкой и созданием ГИС, обеспечить, при необходимости, разработку новых методик и прикладного программного обеспечения;
 - ✓ организовать обучение персонала и вести эксплуатацию ГИС, анализировать и обобщать опыт ее использования, предлагать пути и средства дальнейшего развития и совершенствования как в плане стремления к разумной унификации и открытости ГИС, так и с учетом ее дальнейшей «настройки» и адаптации к территориальной и предметной специфике решаемых задач [90].

«Выучить на ГИС-менеджера», обладающего таким профессиональным портретом, по-видимому, невозможно — им становятся по мере накопления практического опыта. «Выучить на ГИС-специалиста», переориентированного с предметного (дисциплинарного) подхода к своей профессии, приобретаемым знаниям и навыкам на проблемный (междисциплинарный и интегрированный) подход — не только можно, но и нужно: без него прикладная геоинформатика и ГИС вряд ли когда-нибудь займут должное положение в обществе.

В настоящее время более легкой, по сравнению с другими геоинформационными профессиями, представляется задача подготовки ГИС-аналитиков и ГИС-программистов. Для этого обычно достаточно включения в учебные планы предметной (естественнонаучной или гуманитарной) или инженерно-технологической подготовки соответствующего набора геоинформационных курсов и дисциплин. Такой подход широко

принят за рубежом, его в последнее время пытаются использовать в российской высшей школе. Однако говорить о каком-либо положительном опыте обучения пока рано. Более того, этот процесс нуждается в серьезном осмыслении и, по-видимому, корректировке с позиций единого взгляда на геоинформатику как самостоятельную область знаний, разработки базового учебного «ядра» дисциплины и т.д.

Гораздо сложнее и объемнее представляется задача подготовки ГИС-специалиста. В настоящее время не выработалось даже рабочее название этой профессии. Как ни непривычно это будет звучать, но, по-видимому, в интересах скорейшего государственного признания, открывающего перспективы бюджетной поддержки ГИС-образования, придется соглашаться называть подобного специалиста, по аналогии с родственной инженерной специальностью, **«геоинформационником»**. Хотя, хочется надеяться на возможные перемены в настроениях руководителей отечественной высшей школы, которые бы позволили шире использовать возможности русского языка при стандартизации новых профессий и специальностей.

Пока же, при условии, что основы геоинформатики заложены в базовый курс подготовки, ГИС-специалист, каким он может потребоваться на геоинформационном рынке труда, может быть «получен» двумя путями:

- ✓ «доучиванием» дипломированного специалиста из проблемной области, за счет овладения дополнительными «ГИС-инженерными знаниями и навыками»;
- ✓ «доучиванием» дипломированного инженера из области компьютерных наук, за счет овладения «ГИС-проблемными знаниями и навыками».

Разумеется, наполнение «ГИС-инженерных или ГИС-проблемных знаний» нуждается в серьезном обсуждении в научно-образовательных кругах. Возвращаясь к данным анализа зарубежного геоинформационного рынка труда, отметим, что некоторые организации иногда прямо указывают на воз-

возможность приема на должность «чистого» ГИС-специалиста, скажем, географа, или инженера-электронщика, имеющих рабочий стаж в области ГИС, другими словами «доучившихся» в процессе работы.

Таблица 4

Требования, предъявляемые различными организациями к базовой подготовке, опыту и навыкам работы специалистов в области ГИС

Вид требования	Фирмы	Местные и региональные управления	Университеты	Федеральные научные и отраслевые центры	Все организации
Обязательное базовое естественнонаучное, гл. образом, географическое образование, в %	67	63	89	80	76
Средний минимальный стаж работы в области ГИС, лет	3,2	2,1	не указывается	6,6	2,7 (без университетов)
Обязательные профессиональные навыки работы с программными продуктами ESRI, Inc., в %	63	91	50	50	66

Однако, удобнее и быстрее всего, возможно, доучивать картографа. Недаром некоторые фирмы и иные организации открывают вакансии на должность, которая так и называется «картограф», хотя, судя по описаниям должностных обязанностей, предполагается, что картограф будет работать над геоинформационным проектом.

Учитывая сложившуюся реальность развития геоинформационного образования в России, формирование самостоятельного направления подготовки ГИС-специалиста новой (проблемной, междисциплинарной) формации, по-видимому, удобнее и эффективнее всего вести за счет обновления и трансформации учебных курсов и программ по географической картографии, которые включают фундаментальную подготовку в области наук о Земле, по методологии и методам пространственного анализа.

На эту сторону подготовки обращают внимание и американские специалисты, имеющие богатый опыт преподавания геоинформационных дисциплин. Так, например, разрабатываемый обновленный базовый учебный курс по ГИС (GIS Curriculum Core) в обязательном порядке включает программы обучения, объясняющие концепции геопространственных отношений окружающего мира.

Для зарубежного геоинформационного рынка уже сейчас характерен повышенный спрос на специалистов, имеющих базовую естественнонаучную, главным образом, географическую подготовку (табл. 4). Это может быть связано с проблемными областями приложения основной массы выполняемых за рубежом ГИС-проектов (комплексное природопользование, управление природными ресурсами, экологические проблемы, совершенствование среды обитания и т.д.).

Географическая подготовка ценится и среди более специализированных геоинформационных профессий, появление которых связано с быстрым расширением сферы работы с цифровыми геопространственными данными. Зарубежный рынок геоданных бурно развивается благодаря как государственным, так и частным организациям. Одна из издержек такого развития связана с качеством данных, предлагаемых на рынке. Поэтому «VAR»-фирмы вынуждены принимать на работу сотрудников, специализирующихся исключительно на работе с геоданными. Этим объясняются появление таких профессий как «Приемщик и хранитель геоданных» (Geodata acquisition

and archiver), а также «Корректор геоданных» (Geodata proofer).

Приведенные данные позволяют сделать **вывод о продолжающемся процессе формирования особой (геоинформационной) группы профессий, сопровождающем становление и развитие геоинформационной индустрии как самостоятельной междисциплинарной отрасли производства и потребления** [90].

В России, по-видимому, острой необходимости в организации целевой широкомасштабной профессиональной геоинформационной подготовки специалистов объективно пока нет (сказывается отсутствие в стране ГИС-индустрии как таковой). Вместе с тем, организация подготовки специалистов, обладающих, если не интегрированным, то хотя бы достаточно широким набором согласованных геоинформационных знаний и практических навыков, в нынешней ситуации может оказаться весьма полезным и даже необходимым этапом именно сейчас, когда такая индустрия (хочется надеяться) все же нарождается. Более того, именно такие специалисты больше всего могут способствовать ее становлению. Для развертывания подобной работы сложились объективные условия, имеется существенный интеллектуальный потенциал, формируется хорошая технологическая база, наконец, имеется опыт межотраслевого взаимодействия в рамках ГИС-Ассоциации.

Все это дает основание надеяться на скорейшую разработку общими усилиями специальной программы работ по организации профессиональных учебных курсов «геоинформационного доучивания» дипломированных специалистов, построенного на междисциплинарном подходе, работа которых будет способствовать формированию рынка геоинформационных образовательных услуг.

4.2. ГИС в вузовском образовании Красноярского края

За последний год интерес вузов к ГИС–тематике существенно вырос. Практически все вузы Красноярска в той или иной степени

развивают ГИС-тематику[42]. В основе этого развития и желание готовить специалистов-предметников, знакомых с ГИС-технологиями, и желание вести собственные ГИС-проекты. Рост популярности ГИС, реальные потребности в электронной картографии, желание выделиться на общем фоне, здоровый интерес к появлению ГИС-технологий и ГИС-приложений у «соседей», борьба за студентов. В практическую плоскость вопросы внедрения ГИС-технологий в учебный процесс стали переводиться в связи с переходом специалистов, работающих с ГИС, из отраслевой и академической науки в вузы. В вузах накоплено огромное количество информации о крае, имеется значительный кадровый потенциал для успешной реализации территориально-ориентированных проектов и естественное желание получить от территории заказ на разработку ГИС-проектов. Оборудованных классов или рабочих мест для обучения работе с программным обеспечением (ПО) ГИС практически нет. Студенческие работы выполняются в институтах СО РАН, либо организациях-соисполнителях ГИС-проектов. По этой причине данный обзор посвящен опыту Межвузовского центра информационных технологий в экологическом образовании (МВЦИТ). В МВЦИТ второй год ведутся работы по ГИС-проектам с использованием ПО MaInfo, GeoDraw/GeoGraph[42].

Учредителями Межвузовского центра являются вузы Красноярска –Госуниверситет (КГУ), Технический университет (КГТУ), Технологическая академия (КГТА), Педуниверситет (КГПУ). Рассматривается вопрос о присоединении к учредителям Агроуниверситета (КрасГАУ). Межвузовский центр территориально базируется в ВЦК СО РАН ГИС тематика развивается и поддерживается на базе Технологического центра ГИС и Авторизованного учебного центра программного обеспечения ГИС GeoDraw/GeoGraph. Техническое и программное обеспечение осуществляют вузы, большую помощь оказывает Краевой внебюджетный экологический фонд. Основная задача Межвузовского центра —подготовка кадров и отработка информационных технологий для реализации совместных проектов вузовской и академической науки, направленных на решение территориально ориентированных задач, прежде всего экологической тематики.

Образовательная деятельность Центра:

- ✓ лекционные и практические занятия в соответствии с учебными планами вузов участников проекта. Подготовка специалистов – предметников, владеющих новыми информационными технологиями;
- ✓ проектная деятельность студенческих коллективов. Основные направления (тематика проектов) связаны с решением проблемных территориально ориентированных задач, решение которых затруднено в текущих социально – экономических условиях. Это задачи экологического содержания, рационального использования природных ресурсов, управления, возникающие в результате анализа и интерпретации пространственных данных в ГИС. В Учебном центре организуются проектные коллективы, осуществляется проектирование информационных систем под конкретные заказы, поддержка и сопровождение созданных человеко – машинных систем обработки данных;
- ✓ обеспечение информационной составляющей в подготовке аспирантов и докторантов доступ к электронным библиотекам и базам данных региональных и локальных сетей КНЦ СО РАН ТВ ИНФОРМ, выход в Internet; консультации по вопросам использования ГИС-технологии;
- ✓ подготовка олимпиад, фестивалей, интенсивных школ по новым информационным технологиям.

Участие в научно-практической деятельности. Обеспечение информационной составляющей научно практической деятельности организаций учредителей, формирование проектных коллективов с участием студентов для выполнения работ:

- ✓ перевода информации с бумажных носителей на магнитные;
- ✓ подготовки цифрованных карт;
- ✓ разработки и отработки информационных технологии;
- ✓ создания баз данных;
- ✓ разработки и создания макетов информационных систем.

Обеспечение рекламной, презентационной деятельности участников проекта:

- ✓ подготовка оригинал – макетов печатной продукции;
- ✓ издание информационных бюллетеней на WWW сервере;

- ✓ подготовка мультимедиа презентации и демонстрационных рекламных роликов.

Проектная деятельность студенческих коллективов. Задачи управления территорией, оценки и прогноза состояния ее экосферы задачи управления качеством ее состояния, стоящие перед природоохранными службами края являются наукоемкими и требуют согласованной деятельности специалистов разного профиля по обработке больших объемов разнородной информации. Накоплены огромные объемы информации в бумажном виде, для ее включения в распределённые геоинформационные системы, предназначенные для решения территориально ориентированных задач, требуются большие коллективы квалифицированных работников. Текущее состояние дел таково, что найти средства для этой цели практически нереально. Один из выходов – создание студенческих проектных коллективов которые в «оплату за обучение» выполняют работу по переводу информации с бумажных носителей на электронные. Опыт подобных проектов уже имеется. Смешанными студенческими коллективами (КГУ, КГТА, КГТУ) выполняются проекты разработки макета, распределенной информационной системы природоохранных служб Красноярского края. Отрабатываются технологии разработки ГИС приложения для решения задач экологической проблематики[42].

Исследовательская кафедра биофизики КГУ, включающая ряд организации, лабораторий и институтов КНЦ СО РАН обладает уникальными данными по состоянию и характеристикам экосистемы Енисейского транссекта. Совместно силами коллектива из сотрудников и аспирантов кафедры, студентов КГУ (биофизики, экологи), КГТА (программисты) разрабатывается ГИС – приложение ГИС «Енисей».

Кафедра экономической географии КГУ располагает многообразной и ёмкой статистической, картографической, текстуальной и прочей информацией по численности, структуре, воспроизводству, миграции населения, его национальному составу по краю в целом, его городам, районам городским поселкам и населенным пунктам сельского типа, включая сведения по хозяйственным объектам на разные даты советского и дореволюционного периодов. На этой информационной основе предполагается развернуть проектную деятельность студенческого коллектива из КГПУ (географы) и КГТА

(программисты) по созданию ГИС WWW сервера «Природные ресурсы Красноярского края»

Совместно с КрасГАУ в 1997/1998 учебном году начаты работы по созданию ГИС приложения «Сельскохозяйственные ресурсы Красноярского края» и одноименного ГИС WWW сервера с научной, учебной и коммерческой информацией.

Темы прикладных проектов:

1. Разработка макета распределенной информационно прогностической системы экологических служб города – проект «Экосфера» (КГТА, КГТУ, КГУ).

2. Экологическое картирование бассейна реки Енисей «ГИС Енисей» (КГУ, КГТА).

3. ГИС – приложение «Ресурсопотоковая модель развития региона» (КГТА).

4. Создание ГИС WWW сервера «Природные ресурсы Красноярского края» (КГПУ КГТА).

5. Создание ГИС WWW сервера «Культурно –исторический портрет Красноярского края» (КГПУ, КГТА).

Темы технологических проектов (КГТА, КГТУ):

1. Интеграция профессиональных ГИС со стандартным офисным программным обеспечением на основе современных визуальных средств разработки с помощью протоколов DDE hole.

2. Визуализация динамических процессов в ГИС приложениях.

3. Разработка ГИС приложений в технологии Internet/ Intranet.

4. Нейросетевые технологии восполнения пространственных данных в ГИС.

5. Internet/Intranet технологии в локальных и скоростных региональных вычислительных сетях.

Результаты 1995/1996 учебного года

Контингент обучаемых В данном году через Центр прошло около 100 студентов старших курсов из КГТА, КГУ, КГТУ часть из них выполнила на оборудовании Центра дипломные (11) и курсовые (39) работы. Кроме того, в компьютерном классе Центра проводились отдельные занятия с учащимися младших курсов Высшего колледжа информатики В летнее время Центр использовался как база практики студентов КГТА 3-го и 4-го курсов.

Практические результаты проектной деятельности студентов. Наиболее серьезные результаты получены студентами КГТА. Организована переходящая (наследуемая) деятельность студентов старших курсов по проекту «Экосфера» – проекту распределенной информационно прогностической системы объединяющей природоохранные и природопользовательские организации Красноярска.

Система «Экосфера». Система предназначена для поддержки задач управления территорией Работа над проектом включает в себя все компоненты реальной проектной деятельности от проблематизации предметной области и постановки задач до представления результатов деятельности. Следует отметить, что созданный студентами программный продукт имеет самостоятельную ценность, и после небольшой доработки (уже в через год) может быть использован в качестве обучающего пособия на занятиях по экологии в старших классах общеобразовательных школ. В процессе проектирования распределённой информационно– прогностической системы возникла задача объединения различных готовых инструментальных средств и разрабатываемых прикладных пакетов программ. Программная оболочка и пользовательский интерфейс был разработан на Borland Delphi для работы с картографической составляющей пользовательских приложений был выбран пакет Mapinfo. Этот выбор был обусловлен его известностью и доступностью (к сожалению, в виде не до конца взломанной нелегальной копии устаревшей версии 2.1.) с одной стороны и встроенных средств взаимодействия со средой Microsoft Windows с другой (по DDE протоколу). Базы данных экологического содержания и численное моделирование переноса загрязнении в атмосфере обрабатываются Delphi; результаты расчетов могут быть проанализированы в Excel и выведены в виде слоя карты MapInfo, а отчеты формируются по шаблонам Microsoft Word.

Программа «Нептун», ориентированная на моделирование распространения примесей в воде, является самостоятельным элементом системы «Экосфера».

Группа студентов кафедры биофизики КГУ прошли начальную подготовку к работе с современным средством программирования. Ведут работу (совместно с преподавателями КГУ) над постановкой задач для создания обучающих программ по направлениям: экология человека, валеология. Во время летней практики планирую-

ется отработать использование ГИС-технологии для создания имитационных моделей физиологических процессов. Между кафедрой биофизики, руководством Горно-химическим комбинатом Железнодорожска и Центром достигнута договоренность о подготовке специалистов –экологов в области радиоэкологии владеющих навыками работы с ГИС-системами и математического моделирования процессов переноса диффузии токсикантов в различных средах

Студентами КГТУ освоена технология разработки оболочки информационной системы на Voiland Delphi. Подготовлена оболочка информационно–аналитической системы, в основу которой положены результаты преддипломной практики в институтах КНЦ. Начат ГМС – проект по отработке технологи восполнения пространственных данных нейросетевыми методами. Шесть студенческих работ было представлено в докладах конференции «Проблемы информатизации региона 96», пять на конференции молодых ученых ВЦК СО РАН, одной из которых (в соавторстве с сотрудником ВЦК СО РАН директором ТЦ ГИС Якубайликом О.Э.) присуждена первая премия.

Предложения к ГИС Ассоциации. Наш опыт работы со студенческими коллективами разных вузов по разработке макетов ГИС приложений позволяет сформулировать следующие предложения по продвижению ГИС технологии в Красноярском крае.

Предлагаем ГИС– фирмам вложиться в исполнение вузовских ГИС-проектов поставками «железа» и ПО на время их выполнения. Фирмы могут выбрать из предлагаемых проектов наиболее для них привлекательные. Красноярцы заинтересованы, чтобы это по возможности были разные фирмы. Положительные стороны этого подхода очевидны Фирмы имеют в лице вузовских проектных коллективов заинтересованных и доброжелательных пользователей, нацеленных на получение конечного результата и широкую его популяризацию. Напомним, что все проекты реальные и представляют интерес, значение для региона. Их успех облегчит фирмам продвижение ГИС-технологии на красноярском рынке. Вузы, вовлекаясь в реальную деятельность по ГИС проектам, получают в эксплуатацию на время выполнения проекта ПО ГИС и квалифицированных специалистов –практиков и по его окончании которые и будут первыми и благодарными покупателями ПО ГИС. И вузы, и фирмы в тандеме при поддержке результатов пилотных проектов имеют существенно

больше шансов на получение заказов реальных ГИС-проектов от территории. Край в целом получает бесплатную возможность сравнивать различные ГИС-технологии, осознанно выбирая их для тех или иных задач, повышать надежность и эффективность принятия решения по региональным ГИС-проектам и соответственно получать качественные результаты и экономить средства в дорогостоящем деле управления территорией.

4.3. Возможности изучения компьютерного картографирования и ГИС-технологии в школьном и университетском образовании (на примере Карачаево-Черкесии)

Как уже отмечалось, использование ГИС-технологии настолько широко, что трудно назвать сферу деятельности человека, где они не применялись бы. Соответственно увеличился спрос на специалистов по техническому, программному и информационному обеспечению ГИС-технологии, работающих в различных отраслях народного хозяйства. Однако нужны специалисты по комплексной оценке окружающей среды, владеющие средствами управления пространственными данными, пространственной статистикой и моделированием, анализом и прогнозированием изменений экологической обстановки, экономическими вопросами экологической безопасности природопользования для устойчивого развития региона. Устойчивое развитие это обеспечение баланса между решением социально - экономических проблем и сохранением окружающей среды, т.е. удовлетворение основных жизненных потребностей одного поколения без ущерба для последующих. Отсутствие или недостаточный уровень геоинформационных знаний в равной степени болезненно сказывается на деятельности и результатах работы как профессиональных специалистов, активно занятых в процессе создания или использования ГИС, так и той часть специалистов и руководителей, от которых зависит принятие решений о выполнении программ и проектов развития или освоения ГИС. Природа может скоро и жестоко отомстить за пренебрежительное и потребительское к ней отношение.

В настоящее время остро проявилась неготовность специалистов-географов квалифицированно использовать средства ГИС-технологии. В Российской Федерации интенсивно развивается сеть

различных центров, проводящих обучение ГИС-технологии. Организованы краткосрочные курсы со стоимостью 300-350 долларов за 5 дней обучения, курсы в рамках повышения квалификации и переподготовки кадров, кружки в домах детского творчества, курсы в средних школах, спецкурсы и основные курсы в системе высшего образования, включены вопросы ГИС-технологии в существующие курсы ВУЗов и техникумов. Проводятся семинары, конференции и форумы. Выпускаются учебники, методические руководства, газеты и журналы. Многие вопросы использования ГИС-технологии в системе непрерывного образования были обсуждены на прошедшей в марте 1998 года в Москве конференции "Геоинформационное образование". В одном из ключевых докладов на этой конференции заведующий кафедрой картографии и геоинформатики МГУ профессор А.М.Берлянт сформулировал концепцию непрерывного геоинформационного образования.

Проблему изучения компьютерного картографирования и ГИС-технологии в школьном и университетском образовании можно разделить на следующие составные части: программно – техническая, информационная, кадровая, методическая и правовая (сертификация учебных центров).

Персональных компьютеров в Карачаево - Черкесии и, частности в г. Карачаевске, достаточно много. При соответствующей организации учебного процесса можно задействовать большую часть этого потенциала. Важно не допустить разрыв в аппаратно - программном оснащении ВУЗов и тех организаций и предприятий, которые используют или будут использовать геоинформационные технологии[4].

Информационная проблема обучения на первом этапе может быть решена с помощью отраслевых региональных информационных центров федерального уровня, имеющих в настоящее время различную пространственную информацию по территории Карачаево – Черкесии в масштабе 1:200 000 и мельче. Топографическая основа более крупного масштаба (1:50 000 и 1:25 000), очевидно, должна будет создаваться как собственными силами, так и за счёт средств, выделенных на создание единой геоинформационной системы Республики Карачаево – Черкесия.

Кадровая проблема обучения на первом этапе может быть решена с помощью тех же отраслевых региональных информационных

центров федерального уровня, эксплуатирующих ГИС, с которыми можно заключить договоры о творческом содружестве.

Методическая проблема обучения может быть решена с помощью тех ВУЗов, в которых это обучение уже проводится. Важно помнить, что материнской наукой для геоинформационных систем и для геоинформационных технологий является география, а не математика или физика.

Но главными являются: 1) проблема реального перехода, хотя бы в рамках КЧГПУ, на компьютерное картографирование и ГИС-технологии; 2) проблема создания и ведения силами студентов реально действующих информационных систем, необходимых для организаций и предприятий, расположенных в Карачаево-Черкесии.

4.4. Перечень мероприятий, необходимых для внедрения ГИС – технологий в школьное образование

Анализ школьных программ и обзор новых видов карт, получаемых с помощью ГИС-технологий, указывает на необходимость проведения следующих мероприятий по внедрению ГИС-технологий в школьном образовании:

- ✓ разработка атласов электронных карт для природоведения, географии, истории;
- ✓ разработка справочных ГИС для природоведения, географии, истории, граждановедения, москвоведения (регионоведения), ОБЖ;
- ✓ разработка обучающих программ на основе ГИС-проектов для названных дисциплин;
- ✓ создание индустрии вышеперечисленного программного обеспечения и тиражирования его на компакт-дисках;
- ✓ создание инструментально-программных комплексов для разработки школьных ГИС-проектов;
- ✓ создание сетевой геоинформационной среды, включающей локальные сети внутри школ, связь между шко-

лами и геоинформационными серверами с помощью модемов и через Internet[111].

Для предмета «Природоведение» необходимо разработать следующие цифровые карты и атласы:

- ✓ планы местности, включающие топографические планы района, где находится школа (масштабы от 1:2 000 до 1:10 000, система координат - местная);
- ✓ атлас карт России, включающий тематические электронные карты полезных ископаемых, речной сети, растительного и животного мира (базовый масштаб 1:30000000, система координат географическая).

Для предмета «География» для 6-7-х классов необходимо создать цифровой атлас Земли, включающий:

- ✓ вращающийся трехмерный глобус Земли;
- ✓ географические карты мира, материков;
- ✓ трехмерные рельефные карты;
- ✓ карты гидросферы;
- ✓ тематические карты климата, гидрографии, природных зон (базовый масштаб 1:30 000 000, система координат географическая) [111].

Для предметов «Природа России» (8-й класс), «География России» (9-й класс), «Экология России» необходимо создать цифровой атлас России, включающий в себя цифровые карты:

- ✓ Россия на карте мира, масштаб 1:100 000 000;
- ✓ тематические карты: политико-административная карта, население, народы, тектоника и минеральные ресурсы, климатическая карта, агроклиматические ресурсы, почвенная карта, карта растительности, водные ресурсы, энергетические ресурсы, земельные ресурсы, лесные ресурсы, природные зоны и биологические ресурсы, экологические проблемы, экономическая карта, транспорт, социальная инфраструктура (базовый масштаб 1:30 000 000, географическая система координат);

- ✓ общегеографические и экономические карты районов России (базовый масштаб 1:12 500 000, географическая система координат).

Для предмета «Экономическая и социальная география мира» необходимо создать электронный атлас мира, включающий цифровые карты:

- ✓ тематические карты мира: политическая, природные ресурсы, население, мировое хозяйство (базовый масштаб 1:10 000 000, система координат географическая);
- ✓ тематические карты материков: политическая карта, природные ресурсы, население, мировое хозяйство (базовый масштаб 1:20 000 000, система координат географическая).

Для предмета «Москвоведение» необходимо создать электронный исторический атлас Москвы, содержащий электронные карты Москвы в различные века и электронный атлас Москвы и Московской области, включающий тематические электронные карты: административно-территориальное деление Москвы и Московской области, географическое положение Московского региона, природно-ресурсный потенциал, население, промышленность, научно-производственный комплекс, сельское хозяйство, транспорт, рекреационное хозяйство, экологические проблемы, геопатогенные зоны (базовый масштаб 1:50 000 - для области и 1:10 000 - для города, система координат местная).

Для более интенсивного исследования прошлого и настоящего Москвы целесообразно составить справочные ГИС-проекты на компакт-дисках по округам Москвы. Создание исторического цифрового атласа округа позволит: ознакомить учащихся с историческим прошлым города, округа, района; исследовать историю города и района, выявить забытые исторических памятники, традиции, наследие прошлого; создать исторические цифровые карты; установить взаимосвязи между историческим прошлым района и настоящим; предоставить возможность дать научно-обоснованные рекоменда-

ции по развитию района созданием исторических цифровых карт.

Предлагается следующая структура ГИС-проекта: история возникновения Москвы; Москва во время монголо-татарского ига; Москва во время смуты и воцарения династии Романовых; развитие подмосковных деревень Коровино, Фуниково, усадьбы графа Шереметьева; реконструкция района после 1917 года; создание и развитие Ботанического сада; местоположение церквей до 1917 г.; развитие местной промышленности; деятельность района во время ВОВ; перспективы развития района; линии метро в районе; положительные и отрицательные геопатогенные зоны, рекомендации по размещению спальных районов и мест для отдыха в положительных геопатогенных зонах.

Для изучения предмета «История» целесообразно разработать серию справочных и обучающих гиперпроектов. Такие гиперпроекты содержат ГИС-проекты, включающие в себя цифровые карты, базы данных, привязанные к объектам цифровой карты, базу знаний, состоящую из системы запросов и ответов на запросы, легенду карты, звуковое сопровождение, набор растровых изображений и видеороликов, которые демонстрируют содержание предмета. Вся эта информация соединяется с помощью интегратора, позволяющего вызывать те или иные объекты посредством гипермедиатехнологий. ГИС-проект помещается на компакт-диск или на сервер для передачи его по сетям.

Для 5-6-х классов необходимо создать гиперпроект «История древнего мира и средних веков», включающий электронные карты древнего мира (Египет, Персия, Греция, Рим), средних веков (Западная и Центральная Европа, Византийская империя, Арабы, Китай, Индия, Африка).

Для 6-7-х и 9-11-х классов целесообразно создать гиперпроект «История России», включающий всю историю отечества от Ноя до наших дней. Электронные карты России со-

ставляются в геодезической системе координат, базовый масштаб 1:17 500 000.

Для 7-9-х классов целесообразно создать гиперпроект «Новая и новейшая история», содержащий цифровые карты мира, материков и стран (в масштабах от 1:130 000 000 до 1:6 000 000, система координат географическая).

Для предмета «Обеспечение безопасности жизнедеятельности» целесообразно создать гиперпроект, содержащий цифровые карты России в базовом масштабе 1:35 000 000, система координат географическая, электронные карты регионов (масштаб 1:10 000 000, система координат Гаусса-Крюгера и UTM), электронные карты областей (в масштабе 1:25 000, система координат Гаусса-Крюгера) и электронные топографические карты и планы районов (в масштабе 1:10 000, местная система координат).

Для разработки гиперпроектов следует привлечь школьников, для чего требуется ввести в 10-11-х классах предмет «Географические информационные системы».

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Л.С. Описание природы нашей страны. Развитие физико - географических характеристик. – М.: Мысль, 1972.
2. Акбаева Н.К. Исследование морфологии горного ландшафта с использованием компьютерных технологий. Дипломная работа. /Карачаево-Черкесский гос. пед. ун-т. –Карачаевск, 2000.
3. Акбаева Н.К. Кипкеева П.А. Структура и принципы организации географических информационных систем. //Вестник: Науч.-метод. журн. Карачаево-Черкесского гос. пед. ун-та. – Карачаевск, 2000, –№4. – С. 126-132.
4. Акбаева Н.К., Батищев В.В. Кипкеева П.А. Изучение компьютерного картографирования и ГИС – технологий в школьном и университетском образовании. /«Алиевские чтения»: науч. сессия преп. и аспирантов ун-та: Тез. докл. 17-22 апр. 2000 г. – Карачаевск, 2000. – С. 290.
5. Альгина А.О., Новицкая А.Г. ГИС для устойчивого развития окружающей среды. //ГИС – обозрение. – 1997. – №1. – С. 9, 10, 13, 14.
6. Асоян Д.С. Аэрокосмическая информация в электронном комплексном атласе "Наша Земля" // Изв. АН. Сер. геогр. – 2000. – №2. – С. 96-101.
7. Асоян Д.С., Лютый А.А. Глобальный атлас "Природа и ресурсы Земли": вопросы аэрокосмического обеспечения //Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1992. – № 6. – С. 136-143.
8. Атрощенко О.А., Кулагин А.П., Романов А.М. Лесное хозяйство и мониторинг лесов Беларуси. //ARC REVIEW. – 1999. – №3(10). – С. 2.
9. Баранский Н.Н., Преображенский А.И. Экономическая картография. - М.: Географгиз, 1962.
10. Батищев В.В, Купцова А.В. Цифровая модель рельефа и её применение в лавиноведении. Физика снега, лавины, сели. /Труды высокогорного геофизического института. Вып. 82. – М.,: Гидрометиздат, 1980.
11. Березин А.М. О распознаваемости границ таксационных участков на аэроснимках. // Учёт лесосырьевых ресурсов и устройство лесов. - Л., 1958.
12. Берлянт А.М. Геоиконика. – М.: Астрей, 1996.

13. Берлянт А.М. Государственный образовательный стандарт по геоинформационным системам и проблемы деятельности ГИС - образование ГИС - Ассоциации. // Информационный бюллетень: ГИС - ассоциация. – 1997. – № 1(8). – С. 48 - 49.
14. Берлянт А.М. Карта - второй язык географии. – М.: Просвещение, 1985.
15. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. – М.: Мысль, 1986. – С. 229-234.
16. Блинкова О. 30 лет ГИС: история, достойная того, чтобы её рассказать. //ГИС – обозрение. – 1997. – № 2. – С. 10 - 11.
17. Блон Дж. Великий час океанов. - М.: Славянка, 1993. –Т. 1-2.
18. Борисов А. Основные черты современной настольной ГИС. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1996. – №2(4). – С. 63 - 64; – №4(6). – С. 66; – 1997. – №1(8). – С. 43.
19. Бунге В. Теоретическая география. – М.: Прогресс, 1967.
20. Васильев В.И. Экомониторинг не должен мешать административные границы. // ГИС – обозрение. – 1997. – №2. – С.53-54.
21. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. – М.: Мысль, 1986. – 179 с.
22. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг динамики экосистем. //География и природные ресурсы. – 1980. – №2. – С. 58-67.
23. Власкина О.А., Рюмкин А.И., Трофимова С.Ф. Некоторые аспекты обучения геоинформатике. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – №2(9). – С. 12 - 13.
24. Восстановление стены замка XIII века с использованием ГИС. //По статье Освальда А. В ARC News Vol. 18.-No. 3. –Р. 26. //ARC REVIEW. – 1998. – №4(7). – С. 8.
25. Всемирный день ГИС. //ARC REVIEW. – 1999. – №3(10). – С. 1.
26. Герасимов И.П. /Сб. общие проблемы географии и моделирование геосистем. – М., 1976.
27. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. – М.: Наука, 1985.
28. Гершензон В.Е., Тараканова О.Н. «Ресурс – О» сканирует Землю. //ГИС – обозрение. – 1997. – №1. – С. 29 - 32.

29. ГИС как мощное укрепление законности. /По материалам в ARC Vser, январь – март 1999. – С. 17. //ARC REVIEW. – 1999. – №2(9). – С. 15.
30. Губанов М.Н., Евтеев О.А., Карпович Л.Г. и др. Компьютерный Экологический атлас России. //Матер, междунар. конф. ИнтерКарто 5 "ГИС для устойчивого развития территорий". Т. 3. – Якутск, 1999. – С. 3-9.
31. Губанов М.Н., Евтеев О.А., Карпович Л.Л. и др. Атлас устойчивого развития России: опыт создания и состояния работ. //Матер, междунар. конф. ИнтерКарто 6 "ГИС для устойчивого развития территорий". – Т. 1. – 2000. –С. 130-137.
32. Гурьянова Л.В. Семь раз отмерь... //ГИС – обозрение. – 1997. – №1. – С. 28.
33. Джеймс П., Мартин Дж. Все возможные миры. – М.: Прогресс, 1988.
34. Джинсы и ГИС. /По материалам Brian E. Menneck и др. // ARC REVIEW. – 1998. – №2(5). – С. 10.
35. Дынкин А.М., Соломатин М.Е., Никольский Е.К. ГИС «Волга». //ГИС – обозрение. – 1997. – №1. – С. 42-43.
36. Джордан Л. На пороге новой эры: интеграция ГИС и дистанционного изображения. //ARC REVIEW. – 1997. – №1. – С. 9.
37. Дитмар А.Б. От Геродота до Страбона. – М.: Мысль, 1989.
38. ESRI помогает библиотеке Конгресса. /По материалам статьи в ARC News Vol. 18.– No 2. – С. 14-15 и Web страницы ESRI. //ARC REVIEW. – 1998. –№4(7). – С. 8.
39. Жайгин Дж. Слияние ГИС и информационных технологий. Вехи компьютерной эры. //Территория. – 1998. – №1. – С. 48-50.
40. Жалковский Е.А., Пьянков Г.А. О концепции ГИС СНГ //Геодезия и картография. – 1997. – №4. – С. 46-49.
41. Забелин И.М. Очерки истории географической мысли в СССР 1917 - 1945. – М.: Наука, 1989.
42. Замай С.С. ГИС – в вузовском образовании Красноярского края. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – № 2(9). –С. 40.
43. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико – географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 133-138.

44. Исаченко А.Г. Развитие географических идей. – М.: Мысль, 1979.
45. Использование ГИС для решения конфликта людей и слонов в Кении. /По материалам Waithaka J., Chege L., представленной на конф. пользов. продуктов ESRI, 1977. //ARC REVIEW. - 1998. - №2(5). - С. 7.
46. История создания Российской ГИС. //ГИС-обозрение. - 1997. - №1. - С. 18-19.
47. Картография. Вып. 4. Геоинформационные системы: Сб. пер. статей. /Сост., ред. и предисловие А.М. Берлянт и В.С. Тикунов. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1994. – 350 с.
48. Кипкеева П.А. Географические информационные системы и развитие картографии. //Вестник: Науч.-метод. журн. Карачаево-Черкесского гос. пед. ун-та. – Карачаевск, 1999. – №2. – С. 322-330.
49. Кипкеева П.А. Геоинформационное образование: проблемы и возможности развития на естественно – географическом факультете КЧГПУ. //Вестник: Науч.-метод. журн. Карачаево-Черкесского гос. пед. ун-та. – Карачаевск, 2001. – №6. – С. 192-198.
50. Кипкеева П.А. Области применения географических информационных систем. //Вестник: Науч.-метод. журн. Карачаево-Черкесского гос. пед. ун-та. – Карачаевск, 2002.
51. Кипкеева П.А. Программа спецкурса «Географические информационные системы». /Сост. С.А. Хапаев, М.М. Аджиева, Г.В. Усова, Б.М. Борлакова, С.И. Салпагарова, П.А. Кипкеева. //Сборник программ по естественно - географическим дисциплинам. – Карачаевск: Университетское, 2001. – С. 56-68.
52. Коломыйц Э.Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. – М. 1986.
53. Конечный М., Райс К. Структура географической информационной системы. В сб. пер. статей. /Сост., ред. и предисловие А.М. Берлянт и В.С. Тикунов. Картография. Вып. 4. Геоинформационные системы. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1994. – С. 65-83.
54. Коноваленко В. Г. О характере границ ландшафтов и их морфологических единиц. // Вопросы ландшафтоведения. – Алма - Ата, 1963.

55. Коновалова Н.В. Региональные архивы. //Информационный бюллетень: ГИС - ассоциация. - 1997. - №2(9). - С. 23.
56. Копаев Г. Фонды цифровой картографической продукции. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997.– №2(9). – С. 22.
57. Коппок Т., Адерсон Э. Общий обзор развития геоинформационных систем. В сб. пер. статей. /Сост., ред. и предисловие А.М. Берлянт и В.С. Тикунов. Картография. Вып. 4. Геоинформационные системы: – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1994. – С. 117.
58. Королёв Ю.К., Тихонова Н.М. Данные дистанционного зондирования Земли на российском рынке. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1998. – №3 (15). – С. 60.
59. Котляков В.М., Лютый А.А. Новый этап географического познания планеты – картографический аспект. //Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия. – М.: ГЕОС, 2000. – С. 107-116.
60. Кравченко Ю.А., Чепкасов А.Ф. О некоторых современных проблемах цифрового картографирования. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – №3(10). – С. 24-25.
61. Кропов П.А. Опыт изучения выраженности границ таксационных участков в натуре и на аэроснимках при инвентаризации смежных и сложных насаждений. // Матер. науч. – техн. конф. Л., – Вып. 2.
62. Кропов П.А. Факторы, определяющие чёткость границ территориальных комплексов. //География и природные ресурсы. – 1995. – №2.
63. Лебедева Н.Я., Илюнин И.А. Создание отечественных цифровых карт. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – №2(9). –С. 24-25.
64. Лютый А.А. "Природа и ресурсы Земли" - новый фундаментальный комплексный географический атлас планеты. //Изв. РАН. Сер. геогр. – 1998. – № 5. – С. 24-29.
65. Лютый А.А. , Комедчиков Н.Н., Асоян Д.С., Логинова Л.В. Атласное картографирование конца XX - начала XXI столетия: итоги и перспективы развития. //Изв. РАН. Сер. геогр. – 2001. – № 4. – С.113-118.

66. Лютый А.А., Говорков В.Р., Логинова Л.В. и др. Атлас Курильских островов. Вопросы разработки и реализации. – М.: ИГ РАН, 2000. – 203 с.
67. Лютый А.А., Говорков В.Р., Логинова Л.В. Комплексный научно – справочный атлас Курильских островов. //Изв. РАН. Сер. геогр. – 2000. – № 1. – С.102-111.
68. Лютый А.А., Комедчиков Н.Н. Электронный комплексный ГИС-атлас "Наша Земля": опыт создания, структура и содержание //Укр. геогр. журн. – 2000. – № 2. – С. 50-55.
69. Лютый А.А., Комедчиков Н.Н., Лебедева Н.Я., Смирнова Е.В. Комплексный электронный атлас "Наша Земля". //Наука в России. – 1998. – № 1. – С. 56-61.
70. Лютый А.А., Комедчиков Н.Н., Лебедева Н.Я., Смирнова Е.В. Электронный комплексный географический атлас "Наша Земля" // Геоинформационные и геоэкологические исследования в странах СНГ. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 4-8.
71. Магидович И.П., Магидович В.П. История географических открытий и исследований. – М.: Просвещение, 1982-1986. –Т. 1-5.
72. Максаковский В.П. Географическая культура. – М.: Владос, 1998. – 114 с.
73. Мерфи Л.Д. Почему в бизнес - школах не изучают бизнес – географию? // Территория. – 1998. – №1. – С. 40-42.
74. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. – М.: Высшая школа, 1990.
75. Минимум для ещё не пользователей ГИС. /Авторизован. перев. с англ. А.В. Шаталин: Eg Parsons The Essential GUIDE TO GIS, Longman Groupe Limited, 1994. // Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1996. – №3(5). – С. 62-64.
76. Морозов С., Кошкин В. ГИС в решении радиационных проблем Кольского полуострова. //ARC REVIEW. – 1999. – №3(10). – С. 3-4.
77. Мукитанов Н.К. От Страбона до наших дней. Эволюция географических представлений и идей. – М.: Мысль, 1985.
78. Наше общее будущее. //Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию. – М.: Прогресс, 1989.
79. Николаев В.А. Основы работы в системе Sinteks ABRIS. Документы Sinteks ABRIS. – 1984.

80. Петров В.Я. ГИС для контроля за техногенным воздействием на окружающую среду Свердловской области. //ARC REVIEW. – 1999. – №3(10). – С. 2.
81. Петров В.Я., Писецкий Б.В. Интегрированные картографические пакеты Урала. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – № 2 (9). – С. 62-63.
82. Понятия и термины: Географический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1988.
83. Потапенко Ю.Я. Основы геоэкологии. –Карачаевск: Университетское, 1999. – 70 с.
84. Расмуссен Л.М. Военные применения ГИС: вчера, сегодня, завтра. //Территория. – 1998. – №1. – С. 22-24.
85. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – Справочник. – М.: Мысль, 1987.
86. Розанов О. Использование данных дистанционного зондирования для построения экологической ГИС и работы системы экологического мониторинга в Ямало - Ненецком автономном округе. //ARC REVIEW. – 1999. – №3(10). – С. 3.
87. Российский космос и российские пользователи космических снимков. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – № 1(8). – С 2.
88. Салищев А.К. Картоведение. – М.: Изд. МГУ, 1990.
89. Саушкин Ю.Г. Экономическая география – история, теория, методы, практика. – М.: Мысль, 1973.
90. Симонов А.В. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1996. – № 4(6). – С. 54-55.
91. Скогорева Р.Н. Геодезия с основами геоинформатики. – М.: Высш. Школа, 1999. – 200 с.
92. Смирнова Р.С., Павлова Л.Н. Геохимическое картирование как основа для оценки окружающей среды. – В сб.: Геохимические методы при оценке скрытого оруденения. – М., 1981. – С. 83-85.
93. Советская география. //Сб. научных трудов. – Л.: Наука, 1984.
94. Соколов В.И. Охрана среды: организация службы мониторинга США. // Экономика, политика, идеология. – 1980. – №5. – С. 94-104.

95. Сохранение морской черепахи в Турции с помощью ArcView GIS. /По заметке Мактав Д., Сунар Ф. в ARC News, Vol. 20. – № 4. //ARC REVIEW. – 1998. – №2(9). – С.12.
96. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978.
97. Столпаков А. В., Корнева Н.Т. Создание цифровых топографических карт в среде ГИС ARK /INFO. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – №1(8).
98. Тикунов В.С. Современное состояние географических информационных систем в России. // География и природные ресурсы. – 1997. – №3. – С. 192 - 193.
99. Тикунов В.С. Современные средства исследования системы «общество – природная среда»./Известия Всесоюзного Географического общества. – 1989. – Т. 121. – Вып. 4. – С 301.
100. Тикунов В.С., Красовская Т.М., Сатаев Р.Р. Методика создания карт оценки рекреационного потенциала с использованием ГИС – технологий. //ARC REVIEW. – 1999. – №3 (10). – С. 5.
101. Толмачёв А.И. Введение в географию растений. – Л.: Из – во ЛГУ, 1974.
102. Трофимов А.М., Панасюк М.В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. – Казань: Из-во Казанского университета. – 1984. – С. 35.
103. Хаггет П. География: синтез современных знаний. – М.: Прогресс, 1979.
104. Харвей Д. Научное объяснение в географии. – М.: Прогресс, 1974.
105. Хвостов В.В. О проблеме формирования и развития цифрового картфонда страны. //Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1997. – №2(9). – С. 22-23.
106. Хрисман Н.Р. Основные принципы построения географических информационных систем. В сб. пер. статей. /Сост., ред. и предисловие А.М. Берлянт и В.С. Тикунов. Картография. Вып. 4. Геоинформационные системы: – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, –1994. – С. 20-31.
107. Хрупов. С. Организация данных в ГИС. //ГИС – обозрение. – 1997, – №2. – С. 38-41.

108. Хэмби Д. Вы ещё не используете спутники? Готовьтесь! //Территория. – 1998. – №2. – С. 60-63.
109. Черпаков В.В. Перспектива ГИС - технологий в обустройстве и функционировании ОПТ Северного Кавказа. //Сб.: науч. тр. Ассоциации ООПТ Сев. Кавказа и Юга России: Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Вып. 3: Тез. докл. – Ставро.: Кавказский край, 2000. – С. 217-288.
110. Чикалин А.Н., Шальнев В.А. Ландшафты верховий Кубани //Сев. Кавказ. Вып. 3. – Ставрополь, 1974.
111. Шайтура С.В. Перечень мероприятий, необходимых для создания школьного геоинформационного гиперпространства // Информационный бюллетень: ГИС – ассоциация. – 1998. – №3(15). – С. 86.
112. Шальнев В.А. Опыт выделения морфологических единиц горных ландшафтов в пределах северного склона Главного Кавказского хребта //Вопросы географии Сев. Кавказа. – Ставрополь, 1971.
113. Шальнев В.А. Оценка роли экспозиции склонов в формировании фаций горных стран //Изв. ВГО. - Т. 103. – Вып. 3. – 1971.
114. Шальнев В.А., Джанибекова Х.А. Ландшафты Карачаево - Черкесии //Вестник Ставро. гос. ун-та. – Вып. 6. – 1996.
115. Шальнев В.А., Чикалин А.Н. Особенности градиентных различий основных метеорологических элементов луговых ассоциаций //Изв. ВГО. – Т. 100. – Вып. 4. – 1968.
116. Шальнев В.А., Юрин Д.В. Ландшафтный подход в изучении экотона горных территорий //Вестник Ставро. гос. ун-та. – 1997. – № 12.
117. Щукин О.Б. О климатических факторах формирования ландшафтной поясности в горных странах // Изв. ВГО. –Т. 92. – Вып. 1. – 1960.
118. Экология города, // ГИС–обозрение– 1997. – №2.
119. Berljant A. M., Serbenjuk S. M., Tikunov V. S. Kartograficeskoje mo-delirovanije kak sredstvo issledovanija prirodnoj sredy. - In: Kartograficeskije melody issledovanija okruzajuscej sredy. Leningrad, 1980, 59, p. 35-46.
120. Bie Stein. Organizational needs for technological advancement. - «Cartographica», 1984, Vol. 21, p. 44-50.

121. Brassel K., Reif D. A Procedure to Generate Thiessen Polygons. *Geographical Analysis*, 1979, Vol. 11, 3, p. 289-303.
122. Burrough P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Claderon Press Oxford, 1986, 193 p.
123. Bouillè F. A Multi-Layered HBDS with New Extensions, Proceedings Second International Seminar in Hypergraphs-Based Data Structures. Richmond, 1983, Vol. 1, p. 163-178.
124. Bouillè F. A Survey on H. B. D. S. Methodology Applied to Cartography and Land Planning. Proceedings EURO-CARTO, VI. Brno, Czechoslovakia, 1987, p. 20-28.
125. Bouillè F. Contributions of Graphs and Hypergraphs to Cartographic Information Theory. Manuscript of an Article in the Bulletin du Comite Francais de Cartographic (Translated by Rugg R. D.), 1977.
126. Clapp J. L. et al. Toward a Method for Evaluation of Multipurpose Land Information Systems. Proc. Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association, 1985, 359 p.
127. Calkins H. W. Information System Developments in North America. - In: Tomlinson R. F. Proceedings of Geographical Data Sensing, 1977, p. 93 - 95, 107 - 113.
128. Chrisman Nicholas. Concepts of space as a guide to cartographic data structures. - In: Vol. 5 Harvard Papers on Geographic Information Systems, Reading MA, Addison Wesley, 1978.
129. Chrisman N., Niemann B., Jr. Alternative routes to a multipurpose cadastre: merging institutional and technical reasoning. Proceedings AUTO-CARTO, 7, 1985, p. 84-94.
130. Cowen D. J. GIS versus CAD versus DBMS. What Are the Differences? *PE RS*, Vol. 54, Nov. 1988, 11, p. 1551-1555.
131. Dangermond J. A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems. Basic Readings in Geographic Information Systems. Marble D. F., Calkins H. W., Peuquet D. J. (eds.), SPAD System, Amherst. N. Y., 1983.
132. Gibson L., Lucas D. Vectorization of Raster Images Using Hierarchical Methods.-«Computer Graphics and Image Processing», 1982, 20, 1, p. 82-89.

133. Goodchild M. F. Geographic Information Systems in Undergraduate Geography, A Contemporary Dilemma. The Operational Geographer, 1985, Vol. 8, p. 34-38.
134. Hardesty Donald. Rethinking cultural adaptation. - «Professional Geographer», 1986, Vol. 38, p. 11-18.
135. Jensen J. R. Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice - Hall Publishing Company, 1986, p. 254-271.
136. Kainz W. A Classification of Digital Map Data Models. Proceedings EURO- CARTO, VI. Brno, Czechoslovakia, 1987, p. 105-113.
137. Konecny M., Rais K. Geograficke informacni systemy. Folia Fac. Science National University Purk. Brunensis, XXIV.- «Geographia», Brno, 1985, 21, 13, p. 196.
138. Krai J., Demmer J. Softwarove inzenyrstvi a metodologie programovani. Sbornik konference SOFSEM 81. VVS OSN Bratislava, 1981, p. 7-49.
139. Krcho J., Micietova E., Mitasova H. Theoretical Concept and Data Structures of the Complex Digital Model and its Interdisciplinary Applications, Proceedings EURO-CARTO, III. Graz, 1984.
140. Krcho J. Morphometric Analysis of Relief of the Basis of Geometric Aspect of Field Theory. Acta Geographic UC, Geographic physica. Bratislava, 1973, № 1, p. 11- 233.
141. Krcho J. Relief ako priestorovy subsystem srf geografickej krajiny a jeho komplexny digitalny model. - «Geografickv casopic SAV», 1979, 31, 3, p. 237-262.
142. Lichtner W. Automatic Digitization of Conventional Maps and Cartographic Pattern Recognition. IFK Hannover, 1988, 9 p.
143. Marble D. F. et al. Geographic Information Systems and Remote Sensing. The Manual of Remote Sensing, Vol. 1, ASP, Falls Church. Virginia, 1983, p. 923-958.
144. Munn R.E. The design of environmental monitoring systems. - Pregr. Phys. Geogr., 1980, v. 4, №4. P.567-576.
145. Onsrud Harlan, Clapp James, McLaughlin John. A Report of the Workshop on Fundamental Research Needs in Surveying, Mapping and Land Information Systems, Blacksburg VA, Virginia Polytechnic, 1985.

146. Peuquet D. Raster proceeding: an alternative approach to automated cartographic data handling.-«American Cartographer», 1979, Vol. 6, p. 129-139.
147. Peuquet D.J. A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models. - «Cartographica», 1984, Vol. 21, 4, p. 66-113.
148. Rhyason D. B., Salmer T. An Evaluation of the City of Edmonton's Geographic Base Information System (GBIS) after 7 Years. Proceedings Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association, 1985, p. 359.
149. Robinson A., Petchenik B. The nature of maps: essays towards understanding maps and mapping. Chicago, U. Chicago Press, 1976.
150. Smith Lowell K. (ed.). Final Report of a Conference on the Review and Synthesis of Problems and Directions for Large Scale Geographic Information System Development, Redlands CA, Environmental Systems Research Institute, 1983.
151. Tikunov V. S. Modelirovanije v socialno-ekonomiceskoj kartografii. Izd. Moskovskovo universiteta. Moskva, 1985, 280.
152. Tomlinson R. F., Calkins H. W, Marble D. F. Computer Handling of Geographical Data. The UNESCO Press, 1976, 214 p.
153. Veznik A., Konecny M., Tikunov V. S. Tipologija dinamiki urozajnosti selskochozjajstvennyh kultur.-«Geografija i prirodnyje resursy», 1989, № 1, p. 174-182.
154. White M. S. Technical Requirements and Standards for a Multipurpose Geographic Data System.-«The American Cartographer», 1984, Vol. 11, p. 15-26.
155. Zukov V.T., Serbenjuk S.N., Tikunov V.S. Matematiko-kartografičeskoje modelirovanije v geografii. Moskva, 1980, 224.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ГИС	
1.1. Что такое географическая информационная система?..	5
1.2. Состав ГИС.....	7
1.3. Основные возможности системы.....	9
1.4. История развития ГИС.....	13
1.5. Обзор определений ГИС.....	18
1.6. Основные принципы ГИС.....	21
1.7. Структура организации ГИС.....	30
1.7.1. Подсистема управления.....	30
1.7.2. Подсистема сбора данных.....	34
1.7.3. Подсистема ввода и хранения данных.....	37
1.7.4. Подсистема поиска и анализа данных.....	42
1.7.5. Подсистема вывода информации.....	45
1.7.6. Подсистема пользователя.....	46
1.8. Организация данных ГИС.....	48
1.9. Области применения ГИС.....	62
1.10. Перспектива развития.....	83
ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ	
2.1. Место картографии в системе географических наук.....	85
2.1.1. Теории картографии.....	89
2.1.2. Концепции картографии.....	93
2.2. Геоинформационное картографирование.....	95
2.2.1. Спутниковые изображения для ГИС.....	98
2.2.2. Принципы оперативного мониторинга поверхности Земли.....	100
2.3. Создание отечественных цифровых карт.....	106
2.3.1. Проект карт.....	108
2.3.2. Автоматизация карт.....	109
2.3.3. Редактирование оцифрованной карты.....	112
2.3.4. Перевод карты в реальные географические координаты.....	115
2.3.5. Проверка послыонного соответствия карт.....	116
2.3.6. Ввод атрибутивных данных.....	117
2.3.7. Оформление карты.....	118
2.3.8. Описание карты.....	119
2.4. О некоторых проблемах современного картографирования.....	119
2.4.1. Проблемы исходных картографических мате-	

риалов	120
2.4.2. Технологические проблемы.....	121
2.4.3. Проблемы готовности потребителей к использо- ванию ЦТК.....	123
2.4.4. Теоретические проблемы.....	123
2.4.5. Пути решения проблем.....	125
2.5. Методика создания карт оценки рекреационного по- тенциала с использованием ГИС – технологий (на примере Мурманской области)	126
2.6. Атласное картографирование.....	129
2.7. Структура интегрированного геоинформационного пакета (ГИП).....	133
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС – ТЕХНОЛОГИЙ В РАБОТЕ ГЕОГРАФА – ЭКОЛОГА	
3.1. Методическая работа географа на основных этапах разработки ГИС.....	137
3.1.1. Этап составления плана разрабатываемой ГИС ...	137
3.1.2. Этап проектирования ГИС.....	137
3.1.3. Этап организации пилот – проекта ГИС.....	141
3.1.4. Этап эксплуатации рабочей ГИС.....	142
3.2. Экологическое картирование.....	145
3.3. ГИС и мониторинг окружающей среды.....	148
3.4. ГИС и устойчивое развитие.....	160
3.5. Применение ГИС – технологий при сравнительном изучении картографических материалов, используемых при составлении ландшафтных и оценочных карт высоко- горий КЧР.....	167
3.6. Перспективы ГИС – технологий в обустройстве и функционировании ОПТ Северного Кавказа	287
ГЛАВА 4. ГИС – ОБРАЗОВАНИЕ	
4.1. Геоинформационное образование в России: проблемы и возможности развития	192
4.2. ГИС в вузовском образовании Красноярского края	201
4.3. Возможности изучения компьютерного картографиро- вания и ГИС –технологии в школьном и университетском образовании (на примере Карачаево-Черкесии).....	207
4.4. Перечень мероприятий, необходимых для внедрения ГИС – технологий в школьное образование.....	209
ЛИТЕРАТУРА.....	214

Палистан Аубекировна Кипкеева

**Геоинформационные системы и их использование
в современной картографии**

Учебное пособие

План университета 2004 г., поз. 17.

Редактор	<i>Н.В. Ефрюкова</i>
Корректор	<i>В.Б. Тугов</i>
Компьютерный набор и графика	<i>П.А. Кипкеева</i>

Подписано в печать 27. 07. 04.

Формат 60x84/16

Бумага газетная

Объем 14,2 физ. печ.л., 13,2 усл. печ. л., 12,2 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз.

Издательство Карачаево-Черкесского государственного
университета: 369202, Карачаевск, ул. Ленина, 29
Лицензия 040310 от 2.10.1997

Отпечатано в типографии
Карачаево-Черкесского госуниверситета:
369202, Карачаевск, ул. Ленина, 46