
В.П. РАКЛОВ

*Учебное пособие
для вузов*

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

*Рекомендовано УМО по образованию в области
землеустройства и кадастров в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлениям 120700 — «Землеустройство и кадастры»,
022200 — «Экология и природопользование» и профилям
подготовки: Землеустройство; Городской кадастр;
Земельный кадастр; Управление недвижимостью; Управление
земельными ресурсами; Кадастр недвижимости; Охрана
окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.*

УДК 528
ББК 26.1
Р 19

Рецензент:

Н.Н. Комедчиков — заведующий лабораторией
института географии Российской Академии Наук (ИГРАН),
канд. геогр. наук.

Раклов В.П.

Р 19 Географические информационные системы в тематической картографии: Учебное пособие для вузов. — 4-е изд. — М.: Академический проект, 2014. — 176 с. — (Gaudeamus).

ISBN 978-5-8291-1616-3

В учебном пособии рассматриваются основные вопросы организации, взаимодействия и функциональные возможности ГИС, даются определения основных терминов и рекомендации по выбору различных ГИС. Подробно освещаются технологические вопросы создания электронных карт с использованием ГИС-технологий в средах MapInfo и ArcView при производстве кадастровых работ, для охраны окружающей среды и мониторинга земель.

Первое издание пособия (2004 г.) было удостоено Диплома 1-й степени на Всероссийском смотре «Лучшая аграрная книга».

Адресуется студентам и преподавателям вузов, специализирующимся в области геодезии и картографии, а также специалистам по земельному и городскому кадастру и мониторингу окружающей среды.

УДК 528
ББК 26.1

ISBN 978-5-8291-1616-3

© Раклов В.П., 2013;

© оригинал-макет, оформление, «Академический проект», 2014.

Учебное издание

Группа допечатной подготовки изданий:

Злаина М.В., Коновалова Т.Ю., Крылов К.А., Тюрин Е.Л.

Издательство «Академический проект»

(общество с ограниченной ответственностью)

адрес: 111399, г. Москва, ул. Мартеновская, 3;

сертификат соответствия

№ РОСС RU. АЕ51. Н 16070 от 13.03.2012;

орган по сертификации РОСС RU.0001.11АЕ51

ООО «Профи-сертификат».

Подписано в печать 07.04.2014.

Формат 60×90/16. Гарнитура «BalticaС». Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,00. Тираж 500 экз.

Заказ №

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Общая блок-схема создания тематических карт природных (земельных) ресурсов. Место и роль географических информационных систем (ГИС).....	7
Глава 2. Географические информационные системы (ГИС)	14
§ 1. Основные понятия и определения.....	14
§ 2. Классификация ГИС.....	20
§ 3. Связь ГИС с другими научными дисциплинами и технологиями.....	24
Глава 3. Вопросы организации, хранения и обработки картографической информации	27
§ 4. Принципы представления графической информации в компьютере. Растровая и векторная формы представления данных.....	27
§ 5. Форматы графических файлов.....	33
§ 6. Составные части ГИС.....	35
§ 7. Подсистема ввода информации	36
§ 8. Подсистема вывода изображений	40
§ 9. Подсистема хранения информации. Понятия о базах данных. Графическая и атрибутивная базы данных.....	45
§ 10. Представления цифровой карты	51
§ 11. Подсистема обработки, поиска и анализа данных. Послойная организация данных.....	54
Глава 4. Технологические вопросы создания тематических карт в среде ГИС MapInfo и ArcView	57
§ 12. Требования к ГИС.....	57
§ 13. Отличительные особенности ГИС MapInfo	59
§ 14. Подготовка к созданию карты.....	60
§ 15. Управление слоями	68
§ 16. Создание базы данных	73
Глава 5. Разработка содержания и тематических слоев карты	78
§ 17. Способы изображения тематического содержания	78
§ 18. Создание тематических слоев в ГИС MapInfo	83

§ 19. Разработка числовых шкал легенды.....	89
§ 20. Компоновка карты и формирование макета печати.....	91
§ 21. Создание тематических слоев в среде ГИС ArcView	92
§ 22. Дополнительные возможности пакета MapInfo. Программные средства генерализации	96
§ 23. Проверка топологической корректности векторных данных.....	99

Глава 6. Особенности ГИС-картографирования для целей комплексного кадастра.....

§ 24. Вопросы информационного обеспечения кадастра.....	101
§ 25. Создание и основные задачи единого информационного пространства	108
§ 26. Применение ГИС-технологий при создании электронных карт для целей земельного кадастра	111
§ 27. Использование различных ГИС при производстве кадастровых работ	117
§ 28. Использование ГИС для охраны окружающей среды и мониторинга земель.....	147
Литература	150
Глоссарий	151

Начало развития географических информационных систем (ГИС) в нашей стране относится к концу 1960-х годов, но только с начала 1990-х годов эти системы получили широкое распространение, что было обусловлено колоссально быстрым развитием средств вычислительной техники и снижением ее стоимости, а также появлением мощных периферийных устройств ввода, вывода и обработки информации.

Применение ГИС-технологий при создании тематических планов и карт позволяет резко увеличить оперативность и качество работы с пространственной информацией по сравнению с традиционными «бумажными» технологиями. Первыми попытками применения процессов автоматизации в картографии (и в географии в целом) стали банки географической информации. Однако с течением времени накапливался опыт сбора, хранения и управления данными, нарабатывались библиотеки программ, решающих стандартные задачи. Актуальными стали задачи манипулирования данными и их анализа.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении объекта, будь то привязка к географическим или другим координатам, или ссылки на адрес, почтовый индекс, избирательный округ, идентификатор или кадастровый номер земельного или лесного участка, название дороги или километровый столб на магистрали и т. п.

С помощью ГИС можно быстро определить и посмотреть на карте, где находится интересующий вас объект или явление, такие как дом, в котором проживает ваш знакомый или находится нужная вам организация, где произошло землетрясение или наводнение, по какому маршруту проще и быстрее добраться до нужного вам пункта или дома, т. е. одним щелчком «мыши» найти и «подсветить» на карте интересующий вас графический объект.

Эти и другие возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных

последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий. Способность ГИС проводить поиск в базах данных и осуществлять пространственные запросы позволила многим компаниям, которые рискнули перейти на информационные технологии в своей производственной деятельности, завоевать соответствующее место на рынке.

ГИС помогает сократить время получения ответов на запросы клиентов; выявлять территории, подходящие для требуемых мероприятий; анализировать взаимосвязи между различными параметрами (например, почвами, климатом и урожайностью сельскохозяйственных культур); выявлять места разрывов электросетей. Риэлторы используют ГИС для поиска, к примеру, всех домов на определенной территории, имеющих шиферные крыши, три комнаты и 10-метровые кухни, а затем для выдачи более подробного описания этих строений. Запрос может быть уточнен введением дополнительных параметров, например, стоимостных характеристик каждого из строений. Можно получить список всех домов, находящихся на заданном расстоянии от определенной магистрали, лесопаркового массива или места работы.

ГИС широко используются в землеустройстве и земельном кадастре, т. к. данные действия невозможно себе представить без процедур обработки и воспроизведения не только огромного числа статистических данных, но и больших объемов текстовой и графической информации, имеющих пространственную привязку.

В данном пособии рассматриваются основные вопросы организации, взаимодействия и функциональные возможности ГИС, даются рекомендации по выбору ГИС, достаточно подробно освещаются технологические вопросы создания электронных карт с использованием ГИС-технологий.

Учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Географические информационные системы», утвержденной Советом УМО в области землеустройства и кадастров.

Глава 1. ОБЩАЯ БЛОК-СХЕМА СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ПРИРОДНЫХ (ЗЕМЕЛЬНЫХ) РЕСУРСОВ. МЕСТО И РОЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

Создание первичных планов и карт в большинстве случаев выполняется в настоящее время двумя методами: по результатам наземных геодезических съемок и, в большинстве случаев, с использованием материалов дистанционного зондирования местности. К таким материалам относятся полутоновые как цветные, так и черно-белые космические или аэрофотоснимки, полученные с помощью различных аэрофотосъемочных систем, устанавливаемых на борту искусственных спутников Земли, космических станциях, самолетах, вертолетах, дельтапланах и пр.

Комплекс работ по созданию земельноресурсных (в том числе и земельно-кадастровых) карт осуществляется по определенной технологии, обобщенная блок-схема которой представлена на рис. 1. На данной блок-схеме отчетливо просматриваются несколько отдельных крупных блоков (подсистем), основными из которых являются:

Фотограмметрическая подсистема, при помощи которой осуществляется ввод и преобразование полутоновых цветных или черно-белых фотоматериалов в цифровой вид, их последующая обработка и выдача конечной продукции в виде ортофотопланов (полутоновые изображения участка местности в ортогональной проекции) или штриховых кадастровых планов.

На данной блок-схеме отчетливо просматриваются несколько отдельных крупных блоков (подсистем), основными из которых являются:

Фотограмметрическая подсистема, при помощи которой осуществляется ввод и преобразование полутоновых цветных или черно-белых фотоматериалов в цифровой вид, их последующая обработка и выдача конечной продукции в виде ортофотопланов (полутоновые изображения участка местности в ортогональной проекции) или штриховых кадастровых планов.

Подсистема цифрования ортофотопланов и карт, при помощи которой преобразуются в цифровой вид уже имеющиеся ортофотопланы, планы и карты.

Подсистема цифровой обработки, хранения и отображения картографической информации, которая служит для создания циф-

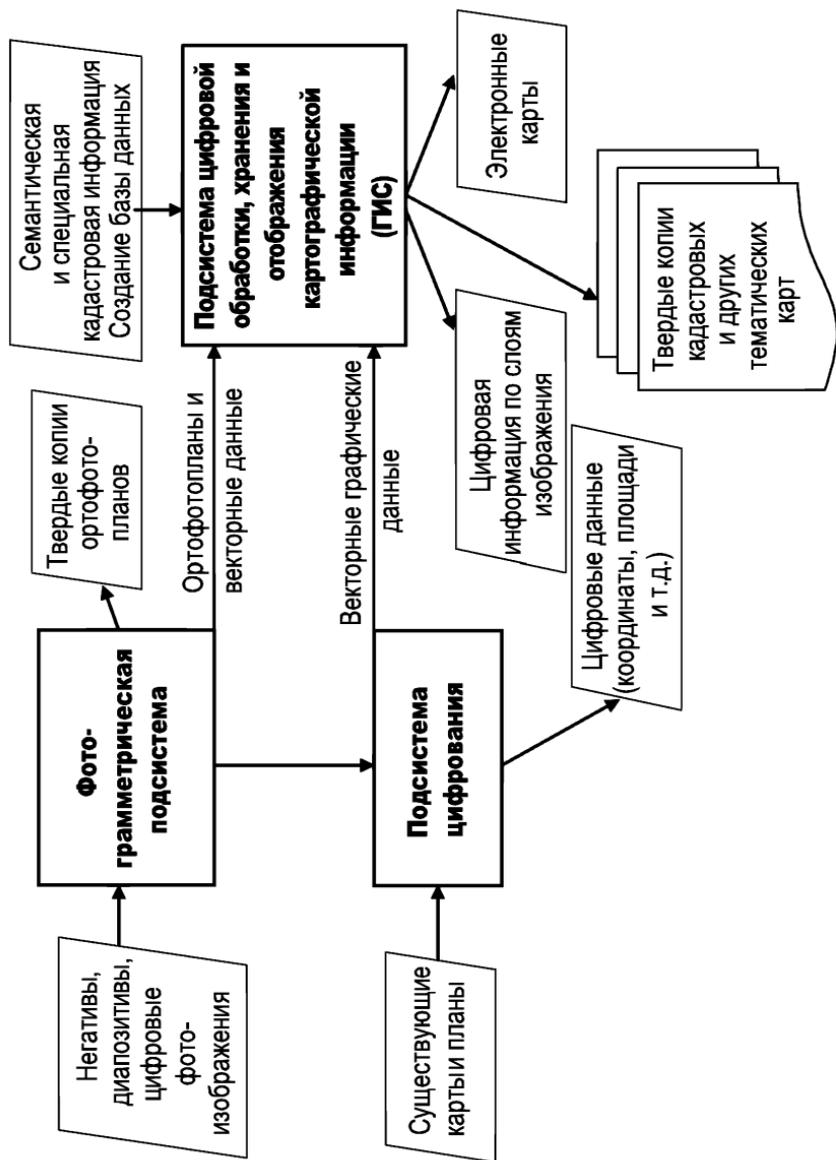


Рис. 1. Блок-схема создания цифровых и электронных земельно-ресурсных карт

ровой модели местности (ЦММ) путем преобразования растровых изображений в векторную форму, формирования тематических слоев, создания специальных хранилищ информации (баз данных) и электронных карт, выдачи готовой продукции в виде цветных земельно-кадастровых и других тематических карт.

Последние две подсистемы будут являться предметом подробного рассмотрения в последующих главах данного пособия, поэтому кратко остановимся на отдельных процессах, которые включает в себя фотограмметрическая подсистема. Это:

- 1) аэрофотосъемка;
- 2) геодезические работы по плано-высотной привязке опорных точек (опознаков);
- 3) фотограмметрическая обработка.

1. Аэрофотосъемку выполняют, как правило, аналоговыми аэрофотоаппаратами, в результате чего получают негативы, с которых контактным или проекционным способами изготавливают фотоотпечатки на бумаге или диапозитивы на прозрачных недеформирующихся пленках. В последние годы на рынке появились цифровые аэрофотокамеры (рис. 2), при помощи которых возможно получить непосредственно в процессе фотографирования цифровое фотоизображение местности и передать его для последующей обработки в компьютер, минуя стадию не только фотохимической обработки, но и стадию сканирования, т. е. преобразования фотоизображения в цифровой вид. Они работают как обычные фотокамеры, но вместо пленки в них используется светочувствительный элемент, преобразующий изображение в электрические сигналы. После кодирования сигналов они запоминаются в памяти камеры, откуда их можно в любое время переписать на компьютер. Далее можно обработать фотоснимки с помощью графических редакторов и распечатать их на принтере. Имея качественную фотокамеру, можно отказаться от использования сканера и копировального устройства.

В настоящее время ввод аналоговых фотоизображений осуществляется преимущественно сканированием фотоматериалов, в качестве которых используются как отдельные негативы или диапозитивы, так и рулонные аэрофильмы.

Сканеры для обработки аэрофото- и космических снимков достаточно дороги. К ним предъявляются очень высокие требования: разрешение до 10 мкм, точность 2–3 мкм (0,02–0,03 мм), формат 24 × 24 см. При этом следует учитывать, что в некоторых сканерах используется разное разрешение по горизонтали и по вертикали. Широко распространенные сканеры Hewlett Packard достаточно надежны и просты в использовании. Из дешевых сканеров следует отметить устройства, производимые фирмой Mustek. Они являются лучшими по соотношению цена/качество.

Современные цифровые аэрофотокамеры

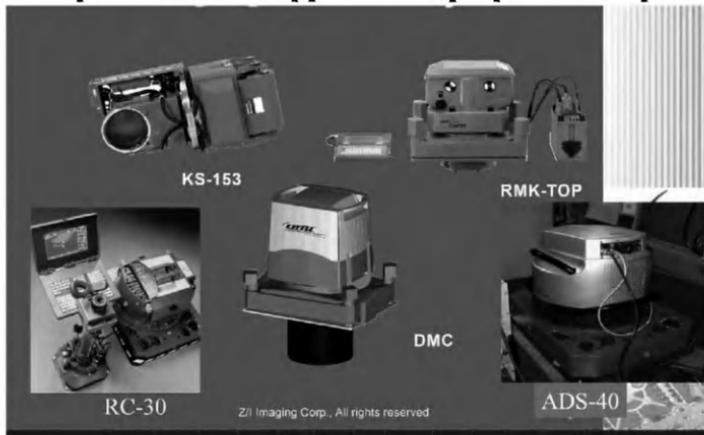


Рис. 2

На рисунке 3 представлена последняя модель фотограмметрического сканера Photoskan-2001 корпорации Z/I, которая образовалась от слияния двух мощнейших фирм Zeiss (Германия) и Intergraph (США).



Рис. 3. Фотоскан-2001

Фотоскан-2001 обладает одним из наилучших на сегодняшний день точностными характеристиками, например, инструментальная средняя квадратическая ошибка составляет величину 2 мкм.

2. Геодезические работы выполняются с целью определения плано-высотных координат некоторых наземных точек (опознаков), которые при дальнейшей фотограмметрической обработке используются для «привязки» всех фотоматериалов к местности.

Именно планово-высотные данные, полученные на этом этапе, задают требуемую систему координат и проекцию, в которой в дальнейшем будут созданы планы и карты.

В настоящее время для определения геодезических координат широкое применение получила система спутникового позиционирования (GPS-аппаратура) (рис. 4). Ее использование позволило существенным образом упростить геодезический процесс, получая координаты опознаков с требуемой точностью, но значительно быстрее, чем при использовании традиционных геодезических приборов (теодолитов, дальномеров, электронных тахеометров и т. п.).



Рис. 4. Комплект GPS-аппаратуры

3. Фотограмметрическая обработка включает в себя такие процессы, как:

- аналитическую фототриангуляцию, т. е. способ определения по опорным точкам координат других точек местности фотограмметрическими методами. В результате получают не только искомые координаты точек местности, но и так называемые элементы внешнего ориентирования модели, которые позволяют определить пространственное положение стереомодели в момент фотографирования. В последнее время элементы внешнего ориентирования стали определять непосредственно во время аэрофотосъемки, используя уже упоминавшиеся выше GPS-приемники;
- векторизация (цифрование) объектов по стереомодели или цифровая стереофотограмметрическая обработка с одновременным дешифрированием этих объектов и представлением их в принятых условных обозначениях (рис. 5);



Рис. 5

— получение цифровой модели рельефа (рис. 6, а) и создание на ее основе цветных или черно-белых ортофотопланов (рис. 6, б).

Описанная выше технология создания ортофотопланов по материалам дистанционного зондирования местности и необходимые для ее реализации фотограмметрические и картографические программно-технические средства широко применяется ныне во всех производственных подразделениях УФГП Госземкадастръсъемка (ВИСХАГИ) и доказала свою жизнеспособность в условиях рынка.

Как видно из приведенной блок-схемы, центральным ядром общей технологической схемы является подсистема цифровой обработки, хранения и отображения графической информации, с которой в последующих разделах пособия познакомимся более подробно.

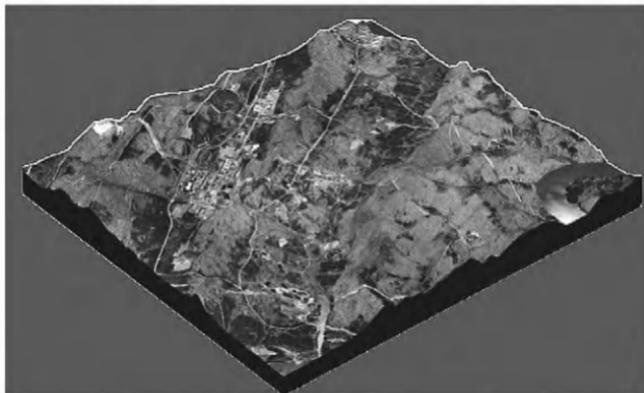


Рис. 6, а



Рис. 6, б

§ 1. Основные понятия и определения

Уже несколько десятков лет человечество испытывает информационный бум, который год от года только усиливается и затрагивает все новые и новые сферы деятельности человека. Современные картографы накопили богатый опыт использования информации, получаемой из многочисленных источников. Прежде всего, это различные типы карт: топографические и разнообразные тематические карты и атласы. Кроме того, данные могут поставляться с аэро- и космических снимков, они поступают из файлов на магнитных носителях, из других компьютерных систем, по результатам полевых измерений.

Значительная часть такого рода данных быстро меняется с течением времени, и поэтому все более затруднительным становится использование для принятия решений бумажных карт: быстроту получения информации и ее актуальность может гарантировать только автоматизированная система.

Современная ГИС — это автоматизированная система, имеющая большое количество графических и тематических баз данных, соединенная с модельными и расчетными функциями для выполнения действий над ними и преобразования их в пространственную картографическую информацию для принятия на ее основе разнообразных решений и осуществления мониторинга.

Первым вопросом человека, не знакомого с географическими информационными системами будет, конечно, «А зачем мне это нужно?». Действительно, мы не пользуемся атласами и картами каждую минуту в нашей повседневной жизни. К тому же информации из разных источников мы и так получаем больше, чем иногда хотелось бы. И нужно ли ее еще и систематизировать? Тут есть о чем задуматься. Но, если разобраться, то географическая информационная система (ГИС) и картографическое произведение, созданное в ее среде, — это нечто большее, чем карта, просто перенесенная на компьютер. Так что же такое ГИС?

Вот как раз с кратким, понятным каждому определением все не так просто. Дело, видимо, в том, что эта технология, во-первых, в значительной степени универсальна и, во-вторых, она так быстро

развивается и захватывает новые пласты жизнедеятельности человека, что автор каждой новой основополагающей книги по ГИС и тем более многочисленных монографий, касающихся какой-то одной из бесчисленного множества областей их применения, старается внести свой посильный вклад.

Уже сегодня имеется по крайней мере более десятка различного рода определений, каждое из которых заслуживает внимания. Автору, используя ресурсы INTERNETа, удалось найти наиболее распространенные из них:

Abler R.

ГИС — это «комплекс аппаратно-программных средств и деятельности человека по хранению, манипулированию и отображению географических (пространственно соотнесенных) данных».

Источник:

The National Science Foundation National Center for Geographic Information and Analysis // International Journal of Geographical Information Systems. 1987. V. 1. № 4. P. 302 — 306.

Berry J.

ГИС — это «внутренне позиционированная автоматизированная пространственная информационная система, создаваемая для управления данными, их картографического отображения и анализа»

Источник:

Fundamental operations in computer-assisted map analysis // International Journal of Geographical Information Systems, 1987. V. 1. P. 119 — 136.

Clarce K.C.

ГИС — это «особый случай информационной системы, где база данных состоит из наблюдений за пространственно — распределенными явлениями, процессами или событиями, которые могут быть определены как точки, линии и контуры».

Источник:

Geographic information systems: definitions and prospects // Bull. Geogr. and Map Div. Spec. Libr. Assoc. 1985. № 142. P. 12 — 17.

Degani A.

ГИС — это «динамически организованное множество данных (динамическая база данных или банк данных), соединенное с множеством моделей, реализованных на ЭВМ для расчетных, графических и картографических преобразований этих данных в пространственную информацию в целях удовлетворения специфических потребностей определенных пользователей в пределах структуры точно определенных концепций и технологий».

Источник:

Methodological observation on the state of geocartographic analysis in the context of automated spatial information systems. — Map Data Process. — Proc. NATO Adv. Study Inst. Maratea, June 18 — 29, 1979; Acad. Press. 1980. P. 207 — 220.

Конецны М.

ГИС — это «система, состоящая из людей, а также технических и организационных средств, которые осуществляют сбор, передачу, ввод и обработку данных с целью выработки информации, удобной для дальнейшего использования в географическом исследовании и для ее практического применения».

Источник:

Geographic informacni system // Folia prirodoved. fak. UJEP v Bme. 1985. T. 26. № 13. 196 s.

Кошкарев А.В.

ГИС — это «аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных географических задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества».

Источник:

Картография и геоинформатика: пути взаимодействия // Изв. АН СССР. Paper № 1604. — St. Joseph: ASAE. 1985. 12 p.

Langeforce B.

ГИС — это «такая система, в состав которой входят компоненты для сбора, передачи, хранения, обработки и выдачи информации о территории».

Источник:

Theoretical Analysis of Information Systems. Lund, 1966.

Lillesand T.

ГИС — это «система, включающая базу данных, аппаратуру, специализированное математическое обеспечение и пакеты программ, предназначенных для расширения базы данных, для манипулирования данными, их визуализации в виде карт или таблиц и, в конечном итоге, для принятия решений о том или ином варианте хозяйственной деятельности».

Источник:

Lillesand T.M., Liefer R.W. Remote sensing and image interpretation. N.Y., John Willey and Sons, 1987.

MacDonald C.L., Crain I.K.

ГИС — это «система, проектируемая для сбора, хранения, манипулирования, поиска и отображения географически определенных данных».

Источник:

MacDonald C.L., Crain I.K. Applied computer graphics in a geographic information system: problems and successes // Computer graphics and application. 1985. Vol. 5. № 10. P. 34 — 39.

Reisinger T.W., Davis C.J.

ГИС — это «система, которая манипулирует и управляет данными, хранящимися в виде тематических слоев, географически определенных относительно карты-основы».

Источник:

Reisinger T.W., Davis C.J. A map-based decision support system for operational planning of timber harvests // Winter Meet. Amer. Soc. Arg. Eng., Ayatt Regency, Chicago, December 17 — 20.

Сербенюк С.Н.

ГИС — это «научно-технические комплексы автоматизированного сбора, систематизации, переработки и представления (выдачи) геоинформации в новом качестве с условием прироста знаний об исследуемых пространственных системах».

Источник:

Картография и геоинформатика — их взаимодействие. М., 1990.

Симонов А.В.

ГИС — это «система аппаратно-програмных средств и алгоритмических процедур, созданная для цифровой поддержки, пополнения, управления, манипулирования, анализа, математико-картографического моделирования и образного отображения географически координированных данных».

Источник:

Симонов А.В. Агроэкологическая картография. Кишинев, изд-во «Штиница», 1991. С. 127.

Star J.L., Cosentino M.J., Foresman T.W.

ГИС — это «пространственно определенная система для сбора, хранения, поиска и манипулирования данными».

ГИС — это «средство анализа и управления пространственно определенными данными».

Источник:

Star J.L., Cosentino M.J., Foresman T.W. Geographic information systems: question to ask before it's too late // Mashine Processing of Re-

motely ensued Data with Special emphasis on Thematic Mapper Data and Geographic Information Systems, 1984. P. 194 – 197.

Тикунов В.С.

ГИС — это «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».

Источник:

Тикунов В.С. Современные средства исследования системы «общество — природная среда» // Известия Всесоюзн. Географич. общества, 1989. Т. 121. Вып. 4. С. 299 – 306.

Трофимов А.М., Панасюк М.В.

ГИС — это «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.»

Источник:

Трофимов А.М., Панасюк М.В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. Казань, изд-во Казанского ун-та, 1984.

Vitek J.D., Walsh St.J., Gregory M.S.

ГИС — это «информационная система, которая может обеспечить ввод, манипулирование и анализ географически определенных данных для поддержки принятия решений».

Источник:

Vitek J.D., Walsh St.J., Gregory M.S. Accuracy in geographic information systems: an assessment of inherent and operational errors. — Record 9th Symp. Spat. Technol. Remote Sens. Today and Tomorrow. Sioux Falls, S.D., 2 – 4 Oct. 1984; Proc. Silver Spring, 1984. P. 296 – 302.

Кроме того, еще два определения, заслуживающие внимания:

«**ГИС** — информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственных данных».

Источник:

Толковый словарь основных терминов. Геоинформатика, М. 1999.

«**ГИС** — система технических и программных средств, технологического, организационно-методического и информационного обеспечения, предназначенная для сбора, накопления, хранения, обработки, отображения, анализа и представления (распространения) информации о пространственных объектах».

В каждом из этих определений встречаются не только варианты похожих фраз, но и совершенно незнакомые слова и термины, поэтому давайте остановимся прежде всего на основных определениях и понятиях, без анализа которых дальнейшее рассмотрение более сложных вопросов по структуре и организации ГИС становится бессмысленным.

Итак, из курса «Картографии» мы уже знаем, что: *Карта* — построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков. (ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения).

Под *объектами* подразумеваются любые предметы или явления, изображаемые на картах.

Один из лучших способов узнать, что такое ГИС — посмотреть, как другие используют эту технологию. Затем, не откладывая в долгий ящик, начать работу с ГИС и продемонстрировать свои достижения окружающим. У любого человека с творческим отношением к делу при виде возможностей ГИС сразу начинают чесаться руки. Ведь ГИС — это также и инструментарий, с помощью которого можно не только без проблем создать прекрасное по дизайну картографическое произведение, минуя рутинные стадии вычерчивания и окраски, но и решить задачи, для которых порой не существует готовых законченных решений. Но вернемся к началу. На первый взгляд, достаточно очевидным является только применение ГИС в создании и распечатке карт и, может быть, в обработке аэро- и космических снимков. Реальный же спектр применений ГИС гораздо шире.

В связи со все более возрастающей ролью компьютеров в жизни человечества на первые роли выдвигаются цифровые информационные технологии, которые стали в настоящее время носителями нового направления человеческой деятельности.

Термин «информация» понимается зачастую слишком узко, вроде той «информации», что сообщают в газетах и по телевидению. Реально же информацией в нашем понимании следует называть все, что может быть представлено в виде букв, цифр и изображений. Все методы, способы, приемы, средства, системы, теории, направления и т. д. и т. п., которые нацелены на сбор, переработку и использование информации, вместе называются информационными технологиями и ГИС — одна из них.

Давая наиболее упрощенное понятие ГИС применительно к предмету нашего изучения, можно отметить, что это — **аппаратно-программный автоматизированный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, хранение, обновление, анализ и воспроизведение**

топографо-геодезической, земельно-ресурсной и другой картографической информации об объектах и явлениях природы и общества.

ГИС — это широко развитые системы, использующие базы данных (организованные хранилища информации), где сведения об окружающей реальности характеризуются широким набором данных, которые собираются различными методами и технологиями.

В настоящее время ГИС не имеет себе равных по широте применения, т. к. используются практически во всех отраслях и областях знаний: в навигации, на транспорте и в строительстве, в геологии, географии, военном деле, топографии, экономике, экологии, тематической картографии и др.

ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений (векторных, растровых, и др). Другими словами — это цифровое представление объекта реальности, цифровая модель объекта местности (Толковый словарь основных терминов. Геоинформатика, М., 1999).

Под пространственным объектом будем понимать объекты и явления на местности, которые имеют «привязку» к определенной точке в пространстве, т. е. для которых важную роль играет их положение, форма, размеры, взаиморасположение по отношению к другим объектам и явлениям (*Королев Ю.К.* Общая геоинформатика, часть 1: теоретическая геоинформатика). Пространственные данные — сведения, которые характеризуют местоположение и геометрическое описание объектов в пространстве и относительно друг друга (на местности) (ГОСТ Р 50828-95. Геоинформационное картографирование, пространственные данные, цифровые и электронные карты, общие требования).

■ § 2. Классификация ГИС

В научно-технической литературе многие авторы пытаются систематизировать геоинформационные системы по тому или иному наиболее важному, на их взгляд, признаку. Распространенной в настоящее время является классификация по следующим признакам [8]:

- по назначению — в зависимости от целевого использования и характера решаемых задач;
- по проблемно-тематической ориентации — в зависимости от области применения;
- по территориальному охвату — в зависимости от масштабного ряда цифровых картографических данных, составляющих базу данных ГИС;

по способу организации географических данных — в зависимости от форматов ввода, хранения, обработки и представления картографической информации.

По назначению возможно выделение следующих видов ГИС:
многоцелевые;
информационно-справочные;
мониторинговые и инвентаризационные;
исследовательские;
принятия решений;
учебные;
издательские;
иного назначения.

По проблемно-тематической ориентации возможно выделение следующих видов ГИС:

экологические и природопользовательские;
социально-экономические;
земельно-кадастровые;
геологические;
инженерных коммуникаций и городского хозяйства;
чрезвычайных ситуаций;
навигационные;
транспортные;
торгово-маркетинговые;
археологические;
иной ориентации.

По территориальному охвату устанавливают следующие виды ГИС:

глобальные;
общенациональные;
региональные;
локальные;
муниципальные.

По способу организации географических данных устанавливают следующие виды ГИС:

векторные;
растровые;
векторно-растровые;
трехмерные.

Областей применения ГИС существует великое множество и, по всей видимости, число их еще будет расти. В каждой из прикладных областей существуют свои специфические потребности и своя специфическая терминология, однако ГИС, хотя они и называются географическими информационными системами, никак нельзя трактовать в общем случае как информационные технологии и информационные системы для географии (или геологии, геодезии). Они имеют значение и применение значительно более широкое, чем

только в указанных дисциплинах. Приставка «гео» означает прежде всего использование «географического», т. е. пространственного принципа организации информации; только то, что это технологии и системы предназначены для работы с пространственной информацией. Поэтому области применения ГИС сегодня находятся почти во всех сторонах человеческой деятельности. Можно сказать, что перечислить сферы применения ГИС не проще, чем перечислить сферы применения компьютеров. Сегодня можно назвать, оставляя в стороне сугубо научные приложения, следующие крупные области применения ГИС, причем этот список далеко не полный, и приводится просто для примера.

1. Управление земельными ресурсами, земельные кадастры.
2. Инвентаризация и учет объектов распределенной производственной инфраструктуры и управление ими.
3. Проектирование, инженерные изыскания и планирование в градостроительстве, архитектуре, промышленном и транспортном строительстве.
4. Тематическое картографирование практически в любых областях его применения. Создание тематических карт и атласов, обновление карт, оперативное картографирование.
5. Морская картография и навигация.
6. Аэронавигационное картографирование и управление воздушным движением.
7. Навигация и управление движением наземного транспорта.
8. Дистанционное зондирование и космический мониторинг.
9. Использование и управление природными ресурсами (водными, лесными и т. д.).
10. Представление и анализ рельефа местности.
11. Моделирование процессов в природной среде, управление природоохранными мероприятиями.
12. Мониторинг состояния окружающей среды. Оценка техногенных последствий. Реагирование на чрезвычайные и кризисные ситуации.
13. Планирование и оперативное управление перевозками.
14. Геология, минерально-сырьевые ресурсы и горнодобывающая промышленность.
15. Планирование развития транспортных и телекоммуникационных сетей.
16. Маркетинг, анализ рынка.
17. Археология.
18. Комплексное управление и планирование развития территории, города.
19. Безопасность, военное дело и разведка.
20. Общее и специальное образование.
21. Сельское хозяйство.

Никакого особенного порядка в этом списке нет. Отметим только, что в нем присутствуют как термины, относящиеся к предмету активности (земельные ресурсы), так и относящиеся к задачам или целям (планирование развития, управление перевозками), а также к методам и средствам (дистанционное зондирование).

В этой большой области приложений можно выделить несколько основных типов. Одни связаны с задачами учетно-инвентаризационного типа, где акцент делается на данных и измерениях (например, задачи земельного кадастра или управления распределенной производственной инфраструктурой большого предприятия). Другие связаны с задачами управления и принятия решений. В-третьих, акцент делается на моделировании и сложном анализе данных. Первый тип имеет наиболее важное значение хотя бы в силу того, что на этот тип задач приходится максимальное число реализованных и находящихся в режиме эксплуатации систем.

Работая с ГИС, вы видите на экране компьютера одну или несколько интересующих вас карт (схем, планов и т. д.). В процессе работы можно легко менять детальность изображения, увеличивая или уменьшая отдельные элементы карты. Например, выбрав на карте города нужное здание вы можете вывести его крупным планом и рассмотреть пути подъезда к нему и его ближайшее окружение.

Вы имеете возможность управлять тематическим составом изображаемой информации. Например, на карте полезных ископаемых можно отключить видимость ненужных в данный момент видов ископаемых ресурсов и речной сети, оставив, между тем, видимой дорожную сеть.

Указав объект на карте, можно получить информацию о нем. Например, указав объект недвижимости, можно узнать его стоимость, кто является его владельцем, каково состояние объекта и пр. Выбрав находящееся поблизости промышленное предприятие, можно получить данные о направлении его деятельности, экологию района и т. д. Ряд метрических характеристик объектов (длину улицы, расстояние между городами, площадь лесного массива или земельного участка) вы можете измерить непосредственно на экране, пользуясь инструментальными средствами ГИС.

С другой стороны, можно использовать ГИС как поисковую систему. В этом случае составляется запрос, в котором перечисляются интересующие вас свойства объектов, а система выделяет на карте подходящие объекты. Например, можно потребовать показать на карте земельные участки площадью не менее 0,10 га, расположенные не далее 3 км от железнодорожной станции и одновременно не далее 1 км от близлежащих водоемов или отобразить границы почвенных разностей, содержащие только дерново-подзолистые почвы с определенным механическим составом.

Специальные средства позволяют проводить аналитическую обработку данных, а в более сложных случаях — моделирование реальных событий. Результаты обработки также можно увидеть на мониторе компьютера. Например, можно оперативно прогнозировать возможные места разрывов на трассе трубопровода, проследить на карте пути распространения загрязнений и оценить вероятный ущерб природной среде, вычислить объем средств, необходимых для устранения последствий аварии. Другим примером может служить задача оптимизации стоимости перевозок грузов между населенными пунктами с учетом характеристик транспортной сети, объема перевозок и других условий. Наиболее сложные технологические решения позволяют получать в итоге обоснованное заключение, пригодное для принятия конкретных решений.

■ § 3. Связь ГИС с другими научными дисциплинами и технологиями

Основными науками и технологиями, на которых базируются ГИС и с которыми они тесно связаны, являются:

География:

- объясняет сущность природных и социально-экономических явлений, их происхождение, взаимосвязь и распространение на земной поверхности; имеет давние традиции пространственного анализа, обеспечивает методы для его осуществления, предлагает пространственный взгляд на любое исследование;



Рис. 7

- получает мощный инструментарий для пространственного анализа и все большее количество необходимых достоверных данных для решения своих задач.

Картография:

- в настоящее время основным источником входных данных для ГИС являются карты, которые представляют собой основную форму представления (визуализации) информации в ГИС;
- компьютерная картография, (называемая также «цифровой» или «автоматизированной» картографией) дает методы цифрового описания картографической информации;
- получает мощное средство и колоссальные наборы данных для создания всевозможных картографических произведений.

Дистанционное зондирование:

- изображения, полученные с самолетов и космических летательных аппаратов, являются главными источниками географических данных;
- отдешифрованные данные дистанционного зондирования могут быть легко объединены с другими слоями данных в ГИС;
- многие ГИС имеют для анализа изображений сложные аналитические функции.

Геоземля:

- обеспечивает высококачественное создание первичных топографических карт по результатам наземной съемки и на их основе создание большого числа тематических карт;
- обеспечивает высококачественные данные о размерах и форме Земли и других планет, методы определения опорных точек на поверхности Земли, пространственном местоположении границ землепользований и землевладений, угодий, зданий, дорожной сети, рек и т. п.
- изучает методы и способы создания базовых карт и планов состояния и использования земель с применением таких средств как GPS (Global Position System) и электронных тахеометров;

Фотограмметрия:

- разрабатывает методы определения положения, размеров и формы объектов на земной поверхности по их фотографическим изображениям, является основополагающим звеном в общей технологической схеме цифровой обработки аэро- и космических фотоснимков.

Информатика:

- автоматизированное проектирование (САПР) оказало влияние на методы ввода, визуализации и представления данных, особенно для трехмерных объектов;
- достижения компьютерной графики (технические средства и программное обеспечение) используются при обработке и демонстрации графических объектов, заимствуются и методы визуализации, включая мультимедийные средства;

- системы управления базами данных (СУБД) дают методы представления данных в цифровой форме, процедуры создания систем и обработки больших объемов данных, в частности обеспечение доступа, хранения и обновления;

Математика и статистика:

- различные отрасли математики, особенно геометрия, теория графов, теория баз данных, исследование операций, оптимальное управление и статистика широко используются в ГИС при проектировании систем, а также анализе и моделировании пространственных данных.

В настоящее время ГИС — это целая индустрия, в которую вовлечены миллионы людей во всем мире. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности — будь то анализ таких глобальных проблем, как перенаселение, загрязнение территории, голод и перепроизводство сельскохозяйственной продукции, сокращение лесных угодий, природные катастрофы; так и решение частных задач, таких как поиск наилучшего маршрута движения между пунктами, подбор оптимального расположения нового населенного пункта, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода или линии электропередачи на местности, различные муниципальные задачи, типа регистрации земельной собственности или отвода земельного участка.

Как же удается с помощью одной технологии решать столь разные задачи? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим последовательно устройство, работу и примеры использования ГИС.

Глава 3. ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

■ § 4. Принципы представления графической информации в компьютере. Растровая и векторная формы представления данных

Мы уже говорили о том, что вся информация об объектах местности и явлениях действительности может обрабатываться компьютерными системами только тогда, когда она представлена в цифровом виде.

Географические информационные системы могут работать с двумя существенно отличающимися между собой типами данных — векторными и растровыми.

Растровая форма — это представление графической информации (карты, рисунка, фотографии) в виде матрицы чисел, каждый элемент которой является кодом, характеризующим яркость и цвет соответствующего элемента дискретизации изображения карты.

Векторная форма — это такая форма представления, в которой информация о местоположении объектов, их очертаниях дается в виде структурированного набора координат точек объекта.

Оба типа данных имеют свои достоинства и недостатки, оба не исключают, а взаимно дополняют друг друга, однако многие из ГИС могут работать как только с векторными моделями, которые создаются на основе векторных типов данных, так и с растровыми моделями, а иногда и с теми и с другими вместе.

Попытаемся более подробно рассмотреть вопрос о том, как же представляется в памяти компьютера графическая информация, поскольку проблем с хранением метрической информации вроде бы не существует.

Для кодирования черно-белых изображений достаточно двух цифр, а т. к. из курса «Информатика» известно, что в компьютере применяется двоичная система счисления, то кодирование черно-белых монохромных изображений не представляет большой трудности.

Рассмотрим процесс преобразования рисунка в цифровую форму на простом примере. Возьмем черный крест на белом фоне (рис. 8, а), и попробуем представить запись его компьютерного аналога. Вна-

чале приведем предлагаемый рисунок к прямоугольной форме. Чтобы выделить прямоугольную рамку, захватывающую весь рисунок, представим черный крест вписанным в квадрат белого цвета.

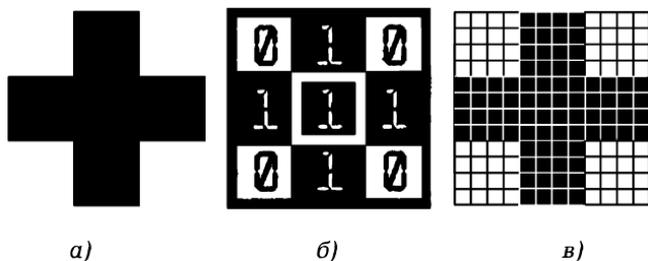


Рис. 8. Кодирование рисунка

Все рисунки в компьютерах имеют прямоугольную форму, т. к. для работы с любым изображением к нему добавляется фон, превращающий рисунок в прямоугольник.

Крест можно разбить на девять равных частей, каждая из которых будет иметь однородный цвет — черный или белый. Обозначим черный цвет единицей, а белый — нулем. Запишем все получившиеся цифры, начиная с левой части верхнего ряда (рис. 8, б). Мы получили матрицу:

```
010
111
010
```

Это и есть компьютерный код нашего рисунка. Однако из этого кода неясно, какого размера должна быть каждая часть рисунка. Поэтому договоримся, что разделим рисунок на небольшие части заданного размера (элементарные квадратики). Теперь частей стало значительно больше (рис. 9, в), и компьютерный код стал длиннее

```
000011110000
000011110000
000011110000
```

и т. д.

Зато любой компьютер, получив этот код, и зная, что каждая цифра означает цвет (или яркость) небольшого элемента изображения заданного размера, легко восстановит рисунок.

Изображения, закодированные описанным способом, называются растровыми изображениями, или растром.

Части, на которые разбиваются изображения, называют пикселями (от англ. Picture Element — элемент изображения). Пиксели часто называют точками, т. к. они очень малы. Рисунок из множества пикселей можно сравнить с мозаикой, когда из большого количества

разноцветных камешков собирается произвольная картина. Если через увеличительное стекло рассмотреть изображение на экране телевизора или часть газетной иллюстрации, то можно увидеть растр — мелкие точки и пятнышки разной величины и цвета. Так и для моделирования изображения в компьютере оно раскладывается на множество точек, расположенных рядами и столбцами, в своего рода «мозаику», причем координата каждого элемента этой мозаики известна — это номер строки и (или) столбца в матрице чисел.

Если для представления каждого пикселя в черно-белом рисунке достаточно одного бита (так называемая бинарная форма записи), то для работы с цветом или полутоновым изображением этого явно недостаточно. Однако подход при кодировании цветных изображений остается неизменным. Любой рисунок разбивается на пиксели, т. е. небольшие части, каждая из которых имеет свой цвет.

Объем информации, описывающий цвет пикселя, определяет глубину цвета. Чем больше информации определяет цвет каждой точки в рисунке, тем больше вариантов цвета существует. Понятно, что для рисунков в естественном цвете требуется больший объем памяти. Чтобы представить более шестнадцати миллионов существующих цветов и оттенков, информация о каждой точке рисунка должна занимать четыре байта, что в тридцать два раза больше, чем для монохромного рисунка.

Пока говорилось, что пиксель — маленькая часть рисунка. А каков размер пикселя? Не определив размер пикселя, невозможно построить изображение на основе закодированных данных. Если же мы зададим размер, то без проблем восстановим закодированный рисунок. Однако на практике не используют размер пикселей, а задают две другие величины: размер рисунка и его разрешение. Размер описывает физические габариты изображения, т. е. его высоту и ширину.

Можно задать размеры в метрах, миллиметрах, дюймах или любых других величинах, но в компьютере чаще всего размер задается в пикселях.

Например, размер рисунка компьютера равен 32 на 32 пикселя. При отображении на мониторе и последующей печати на принтере каждый пиксель представляется отдельной точкой, если оборудование не делает специальных преобразований. На старых мониторах с крупным зерном экрана монитора, рисунок получится большим, а на современном принтере, в котором используются мельчайшие точки, рисунок получится очень маленьким. А каким он должен быть на самом деле? Для этого задается разрешение изображения. Разрешение — это плотность размещения пикселей, формирующих изображение, т. е. количество пикселей на заданном отрезке. Чаще всего разрешение измеряется в количестве точек на дюйм — dpi (Dots Per Inch). Например, если мы укажем, что наш рисунок на компьютере имеет разрешение 72 dpi, это означает, что на каждом дюйм-

ме может разместиться семьдесят два пикселя. При отображении рисунков на мониторе используют разрешение от 72 dpi до 120 dpi, т. е. чем выше степень разрешения (72 dpi, 120 dpi, 200 dpi и т. д.), тем меньше размер растровой точки и, соответственно, тем выше качество передачи изображения. При печати самым распространенным разрешением является 300 dpi, но для получения высококачественных отпечатков на современных цветных принтерах и плоттерах можно использовать и большее разрешение.

Разбив рисунок на пиксели, описав цвет каждого пикселя и задав разрешение, мы полностью закодируем любой рисунок. Имея эту информацию, любая компьютерная программа сможет восстановить исходное изображение.

Теперь, когда мы познакомились с принципами представления изображений в компьютере, можно разобраться, почему только современные персональные компьютеры способны работать с качественной графикой.

Как уже отмечалось, чтобы получить в рисунке естественные цвета, следует использовать для кодирования каждого цвета четыре байта. Современные цветные принтеры и плоттеры печатают изображения с разрешением до 2000 dpi. Для представления с таким разрешением и глубиной цвета изображения формата А4 (обычный лист бумаги), потребуется памяти около 765 мегабайт (Mb). Даже для современных компьютеров это много. Но рисунки размерами по 50 мегабайт обрабатываются без особенных затруднений. Аэрофотоснимок размером 10 × 15 см и глубиной цвета 24 бита может занять 395 килобайт (Kb) если используется разрешение 75 dpi, или более 35 мегабайт (Mb), при использовании разрешения 720 dpi.

Понятно, что при большем разрешении один и тот же чертеж разбивается на большее количество точек, что существенно улучшает его качество, однако работать с большими файлами становится довольно трудно. Растровые изображения достаточно широко используются в цифровой картографии. Аэро- и космические снимки, введенные в компьютер, хранятся именно в виде растровых изображений. Большинство рисунков во всемирной компьютерной сети Интернет представляют собой растровые файлы. Имеется множество программ, предназначенных для работы с растровыми изображениями. Зная способ кодирования изображения, программа для работы с графикой может воспроизвести его на экране монитора или распечатать на принтере.

Растровые изображения обладают одним очень существенным недостатком: их трудно увеличивать или уменьшать, т. е. масштабировать. При уменьшении растрового изображения несколько соседних точек преобразуются в одну, поэтому теряется разборчивость мелких деталей изображения. При увеличении — увеличивается размер каждой точки, поэтому появляется ступенчатый контур и

изображение начинает «сыпаться». Кроме того, растровые изображения занимают много места в памяти и на диске. Чтобы избежать указанных проблем, применяют так называемый векторный способ кодирования изображений.

Самые простые типы изображения — штриховые. Они состоят из отдельных линий, отрезков, дуг, из которых можно создавать различные комбинации. Из элементарной математики мы знаем, что любой отрезок — это вектор, который характеризуется и определяется на плоскости координатами начала и конца отрезка. В векторном способе кодирования геометрические фигуры, кривые и прямые линии, составляющие рисунок, хранятся в памяти компьютера в виде координат, математических формул и геометрических абстракций, таких как круг, квадрат, эллипс и им подобных фигур. Например, чтобы закодировать круг, не надо разбивать его на отдельные пиксели, а следует запомнить его радиус, координаты центра и цвет. Для прямоугольника достаточно знать размер сторон, координаты хотя бы одной вершины и цвет заливки. С помощью математических формул можно описать самые разные фигуры. Любое изображение в векторном формате состоит из множества составляющих частей, которые можно редактировать независимо друг от друга. Эти части называются объектами. Так как с помощью комбинации нескольких объектов можно создавать новый объект, объекты могут иметь достаточно сложный вид.

Размеры, кривизна, цвет и местоположение для каждого объекта хранятся в виде числовых коэффициентов. Благодаря этому появляется возможность масштабировать изображения с помощью простых математических операций, в частности, простым умножением параметров графических элементов на коэффициент масштабирования. При этом качество изображения остается без изменений. Используя векторную форму представления данных можно не задумываться о том, готовите ли вы единичный условный знак для своего плана или рисуете двухметровый транспарант. Работа над изображением производится совершенно одинаково в обоих случаях. В любой момент можно преобразовать изображение в любой размер без потерь качества. Важным преимуществом векторного способа кодирования изображений является то, что объемы памяти для графических файлов векторной графики имеют значительно меньший размер, чем для файлов растровой графики.

Если попытаться представить, как будет выглядеть отрезок прямой наклонной линии в векторном и растровом форматах, то мы увидим, что положение отрезка и его направление относительно некоторой системы координат (рис. 9, а) можно задать вектором, т. е. координатами начала и конца отрезка ($X1Y1$; $X2Y2$). Для растровой картинке в памяти компьютера необходимо поместить следующий двоичный код (рис. 9, б):

«растровой подложки» для дальнейшей векторизации картографического изображения при создании новых карт.

Другими словами, если векторная модель данных дает информацию о том, *где* расположен тот или иной объект, то растровая — информацию о том, *что* расположено в той или иной точке территории.

§ 5. Форматы графических файлов

Мы рассмотрели, как компьютер кодирует информацию. Но для хранения на диске последовательность бит, представляющая собой закодированное изображение, полученное в результате сканирования исходного материала, должна располагаться в файле. Правила построения файла должны помочь любой программе легко извлечь из него информацию и восстановить закодированное изображение, т. е. форма файла — это некий шаблон, который описывает, какие именно данные строки, символы, числа и т. п. и в каком порядке должны быть размещены в файле. Многие ГИС предлагают для сохранения растровых изображений использовать свой собственный формат. Если вы всю работу выполняете именно в этой ГИС, то так и следует поступить. Но при этом следует помнить, что другие ГИС, возможно, не смогут работать с файлами данного формата. Если необходимо использовать несколько различных ГИС для создания и редактирования изображений, или вам требуется передавать готовые изображения кому-либо, следует использовать распространенные как растровые, так и векторные форматы. Хотя и существует очень много форматов графических файлов, на персональных компьютерах широко используется только четыре из них.

Основным графическим форматом Windows является формат BMP (англ. Bitmap). Он позволяет хранить черно-белые, серые или цветные изображения. Хотя формат позволяет применять сжатие информации, большинство программ не поддерживают эту возможность. Главным достоинством данного формата является его простота и, как следствие, поддержка всеми без исключения программами, работающими с графикой в операционной системе Windows. Основным недостатком формата является слишком большой размер файлов, особенно при использовании глубины цвета в 24 бита. Кроме того, в этом формате недоступны некоторые дополнительные возможности, предоставляемые другими форматами.

Профессионалы используют в работе другой, не менее распространенный растровый формат, называемый TIFF (англ. Tagged Image File Format). Он позволяет сохранять изображения любой глубины цвета. Допускается применение сжатия, которое существенно уменьшает размеры файла без потери качества. Кроме того, в фай-

лах данного формата допускается сохранение дополнительной информации, которую графические редакторы или ГИС могут интерпретировать по-своему. Это преимущество формата является и его главным недостатком. Каждая программа может записать в файл служебную информацию, понятную только ей самой. При попытке открытия такого файла другая программа выдаст сообщение об ошибке и откажется работать с изображением.

Все особенности реализации формата TIFF разными программами хорошо известны профессиональным картографам и программистам, поэтому они без труда решают возникающие проблемы. А по возможностям данный формат значительно лучше остальных, поэтому он так и популярен среди профессионалов. Начинающему картографу следует использовать формат TIFF осторожно, пробуя его возможности и беря на заметку ошибки работы с файлами в разных ГИС.

Для уменьшения размеров файлов многие форматы предлагают сжатие информации. Различаются методы сжатия с потерей качества изображения и без такой потери. Кроме описанных выше форматов, широко используется графический растровый формат, использующий сильное сжатие без потери качества и часто применяющийся для пересылки файлов по информационным линиям. Чаще всего он применяется для размещения рисунков в Интернете. К достоинствам формата можно отнести возможность создания рисунков с прозрачным фоном. Имеется особая разновидность формата, называемая анимационным форматом GIF (англ. Graphics Interchange Format). В файлах этого формата хранится несколько рисунков, которые, последовательно меняя друг друга при просмотре, создают эффект анимации. Основным недостатком этого формата является слишком малая глубина цвета. Допускается использование не более 256 цветов. Аэрофотоснимки в этом формате сохранять не рекомендуется, но для простых рисунков, в которых не слишком много цветов, этот формат достаточно удобен.

Если надо значительно уменьшить размер картографического документа, в котором имеется множество цветов, то сжатием без потерь обойтись не удастся. В этом случае следует воспользоваться сжатием с потерей качества. Самым распространенным форматом для работы с такими изображениями является JPEG (англ. Joint Picture Expert Group).

При сжатии с потерями можно указать, какова будет степень таких потерь. Можно минимизировать потери, но при этом размер файла получится достаточно большим, хотя и меньшим, чем был до сжатия. При сильном сжатии в рисунке появляются характерные ступеньки, и некоторые тона пропадают из изображения, хотя общие очертания не изменяются, и рисунок не слишком сильно отличается от оригинала. При сравнении качества оригинала и копии, полу-

ченной с помощью максимального сжатия с потерей качества, следует учитывать, что размер файла уменьшился в двести пятьдесят раз! Именно благодаря таким мощным возможностям сжатия растровый формат JPEG нашел широкое применение в среде компьютерной обработки изображений. Каждый из описанных четырех форматов имеет свои достоинства и недостатки, поэтому выбор формата, с которым вы собираетесь работать, зависит от стоящих перед вами задач. При необходимости обмена файлами в различных ГИС следует использовать формат GIF. Кроме того, этот формат незаменим при необходимости создания прозрачного фона или анимации рисунков. Формат JPEG используется для размещения в памяти компьютера аэрофотоснимков и других изображений, в которых имеется много цветов и мелких деталей. Кроме того, JPEG со сжатием почти без потери качества используется при передаче изображения на дискетах и компакт-дисках. Для повседневной работы лучше использовать формат TIFF, если вы уверены в своих возможностях преодолеть все возникающие при его использовании трудности. Если же вы хотите получить максимальную совместимость с минимальными затратами усилий, то лучше использовать формат BMP. Если используются мощные специализированные программы, лучше сохранять работы во внутреннем формате этой программы. Для экспорта изображений в другие программы и передачи их в другие системы лучше использовать TIFF, предварительно убедившись в совместимости используемых программ.

К векторным форматам можно отнести из наиболее известных также DXF, DWG, DX 90, PIC, DGN и другие.

§ 6. Составные части ГИС

В любой мало-мальски развитой ГИС предусмотрены процедуры сбора, обработки, хранения, обновления, анализа и воспроизведения данных с помощью компьютера и технических средств машинной графики, оснащенных соответствующими программными средствами по обработке изображений.

Данные процедуры объединены в соответствующие блоки (подсистемы), основные из которых представлены на рис. 10.

Каждая из этих подсистем выполняет определенные функции и отсутствие хотя бы одной из них говорит о неполноценности данной системы:

- подсистемы ввода (рис. 11) служат для преобразования графической информации в цифровой вид и ввода ее в компьютер;
- подсистема хранения служит для организации хранения и обновления с помощью соответствующих баз данных и систем управления ими;

- подсистема вывода служит для вывода изображений на экран монитора или печатающие устройства для получения твердых копий.
- подсистема обработки, поиска и анализа информации — для проведения логических операций над данными.

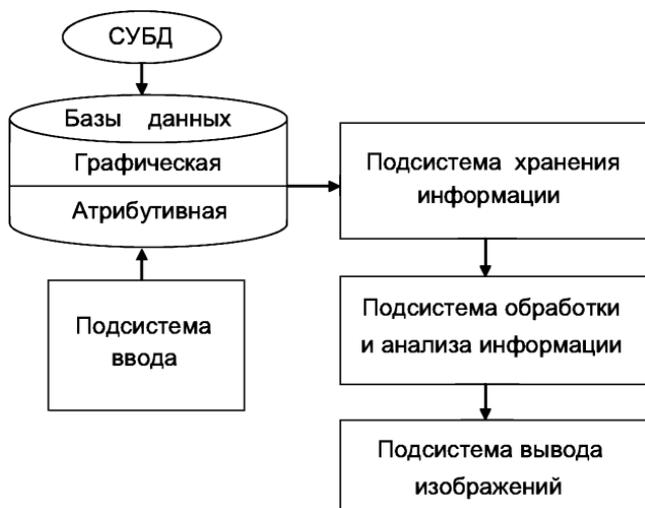


Рис. 10. Компоненты геоинформационной системы

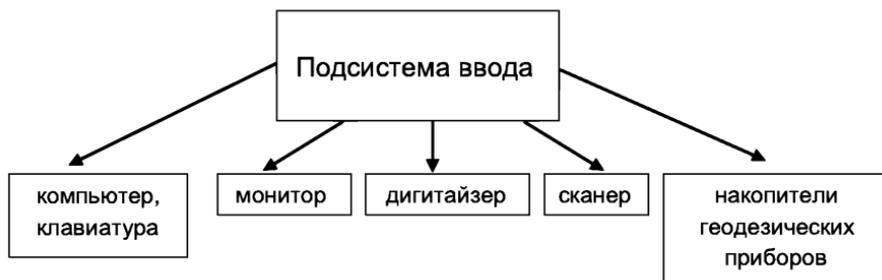


Рис. 11

§ 7. Подсистема ввода информации

Первой задачей на этапе подготовки к эксплуатации ГИС является преобразование (рис. 12) графической или иной имеющейся информации в цифровой вид.

В настоящее время наиболее распространенными являются три способа преобразования графической информации в цифровую форму: точечный, линейный и сканирование. При точечном способе используют устройства, которые в литературе называют по-разному:

кодировочный планшет, цифрователь, кодировщик, дигитайзер (от англ. digit — цифра), а сам процесс называется дигитализацией (цифрованием). При ручном или линейном способе дигитализации оператор имеет возможность предварительно отсортировать информацию, вести обработку разнообразных планов, карт и чертежей без специальной их подготовки.



Рис. 12

Кодировочные устройства дискретного типа состоят из планшета форматом от А4 до А0 и визира в виде увеличительного стекла с перекрестием либо щупа в виде карандаша или указки, которые связаны кабелем с декодирующим логическим устройством.

Под рабочей поверхностью планшета расположена сетка взаимно перпендикулярных проводников из медной проволоки (рис. 13, а).

К каждому проводнику подводится определенный двоично-кодированный сигнал, который воспринимается визиром или указкой при помощи индуктивного контура. Электронная схема периодически (при нажатии кнопки на визире или легком нажатии на кончик указки) пропускает по проводникам электрический импульс, а контур воспринимает импульсы, поступившие к нему от ближайших проводников. Поскольку каждый дигитайзер имеет собственную систему координат, то таким способом определяется значение координат X и Y каждой точки обрабатываемого изображения. Оператор совмещает визир или указку с какой-либо точкой изображения и дает команду на фиксацию ее координат. Кривые линии заменяются на кусочно-ломанные визуально, а прямые задаются точками на их концах. Последние модели таких устройств обеспечивают точность считывания координат точек порядка 0,1 мм.

Известны конструкции (рис. 13, б), основанные на акустическом принципе определения координат указки. На конце указки смонтирован искровой датчик, состоящий из двух электродов, между которыми через регулярные промежутки времени проскакивает искра. Чувствительные микрофоны, расположенные по краям планшета, воспринимают звуковые импульсы, а два счетчика отмечают интервалы времени между возникновением искры и моментом принятия звукового сигнала.

Значения времени задержки пересчитываются в значения координат определяемой точки.

Многие устройства, работающие по принципу точечной дигитализации, снабжаются специальной логической таблицей — «меню», что дает возможность оператору присваивать каждой точке атрибу-

тивную информацию, например, указывать на принадлежность точки к границе какого-либо сельскохозяйственного угодья.

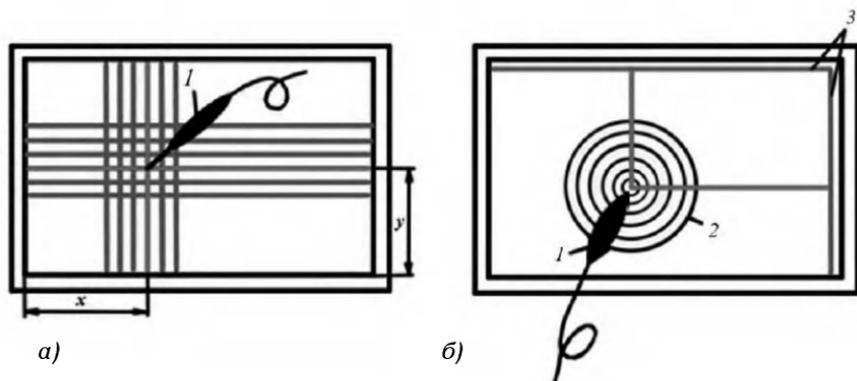


Рис 13. Схемы конструкций кодировочного планшета:

а — сетчато-проводниковая; *б* — акустическая;

1 — указка; 2 — искра; 3 — микрофоны.

Значения координат точек и их смысловой код записываются на внешний носитель информации, либо передаются непосредственно в компьютер.

Многие дигитайзеры для повышения точности оцифровки снабжены различного рода лупами, визирами, подсветками.

Технология ручной дигитализации довольно трудоемка и требует кропотливого ручного труда оператора, однако имеет целый ряд достоинств, например:

- наиболее высокая точность оцифровки (до 0,05 мм);
- возможность получать разделенное по частям изображение, что важно для тематической картографии;
- возможность работы со старыми и сильно загрязненными планово-картографическими материалами прошлых лет;
- получение информации сразу в векторной форме, готовой для непосредственного использования в компьютере;
- относительно низкая стоимость.

При линейной дигитализации производится поочередное отслеживание оператором (или автоматически) кривых и прямых линий до их замыкания или пересечения с другими линиями.

Перестановка визира на новую обрабатываемую линию производится вручную или полуавтоматически, если устройству задан алгоритм отслеживания линии. Автоматическое чтение изображений, т. е. преобразование изображения в цифровой вид, может осуществляться электронными сканирующими устройствами.

Устройства такого типа, получившие название *сканеров*, позволяют читать и воспроизводить изображения с относительно большой

точностью. Ширина строки может составлять всего 5 мкм. Обработке подлежат полутоновые черно-белые изображения, текст и цветные изображения на специально оборудованных аппаратах со светофильтрами. На устройствах этого типа обрабатываются, в частности, и космические снимки. Процесс считывания изображения на сканере автоматический. Различают планшетные, роликовые и барабанные сканеры.

Сканеры последовательно развертывают изображение графического документа в одну строку, тем самым преобразуя двумерное пространство в одномерное, координата которого известна. Считываемое изображение крепится на вращающийся барабан, над которым перемещается фотоголовка или телекамера, связанная с фотоумножителем и регистратором координат. Импульсы электронной системы воспринимаются в двоичном коде: белое поле чертежа — ноль, черное поле — единица.

Основным параметром, по которому различаются сканеры, является их разрешающая способность, или, другими словами, то количество точек, которое они способны распознать на каждом дюйме изображения. Для большинства непрофессиональных пользователей вполне хватит разрешения 1200 на 600 dpi.

Планшетные сканеры выпускаются различных форматов (от А4 до А0), но сканеры большого формата очень дороги.

В верхней части такого сканера располагается крышка, открыв которую, можно увидеть стеклянную поверхность. Положив любой рисунок или карту на стекло и закрыв крышку, следует запустить процедуру сканирования. Под стеклом перемещается подвижная каретка, на которую конструктивно крепится объектив и приемник излучения, который регистрирует отраженную энергию от всех элементов строки изображения. По окончании сканирования изображение визуализируется в рабочем окне программы, после чего его можно отредактировать, распечатать и сохранить на диске. Некоторые сканеры предусматривают процедуру предварительного сканирования для точного определения области сканирования. В роликовых сканерах сканируемый материал протягивается с помощью привода через ролики над неподвижным приемником излучения.

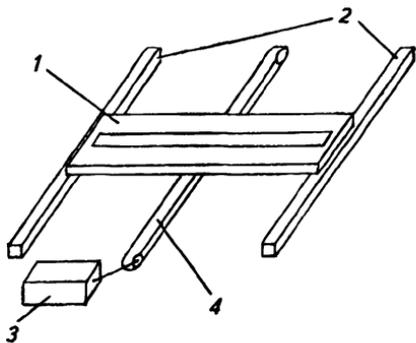


Рис. 14. Схема планшетного сканера:

- 1 — подвижная каретка;
- 2 — направляющие; 3 — привод;
- 4 — ременная передача

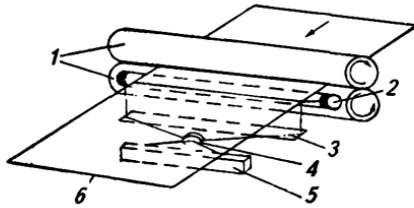


Рис. 15. Схема роликового сканера:

- 1 — ролики подачи бумаги; 2 — лампа;
3 — зеркало; 4 — объектив;
5 — светочувствительный элемент;
6 — оригинал

Планшетные и роликовые сканеры — самые распространенные и дешевые устройства. Наиболее известные изготовители Context, Vidar, Scangraphics, Hewlett Packard, Microtec и др.

Устройства данного типа дают сегодня наилучшее соотношение цена/производительность. На рис. 14 и 15 приведены схемы работы планшетного и роликового сканеров.

Барабанные сканеры очень дороги, однако предполагают наилучшую точность сканирования.

§ 8. Подсистема вывода изображений



Рис. 16

Первые попытки вывести изображение при помощи ЭВМ на каком-либо автоматическом устройстве были предприняты тогда, когда класс больших ЭВМ стал снабжаться быстродействующими алфавитно-цифровыми печатающими устройствами (АЦПУ). Поскольку такое устройство, как и обычная пишущая машинка, печатало литерами букв, то для того, чтобы получить изображение на печатающем устройстве, необходимо было закодировать рисунок, и для более темных мест на изображении подобрать более «жирные» буквы, для более светлых — «светлые» буквы или служебные знаки. В результате получали грубоватые, но в нескорых случаях достаточные по точности схематические чертежи или забавные картинки.

Еще позже для класса средних и малых ЭВМ стали выпускаться печатающие устройства, в которых буквы и цифры набираются из несколько рядов мелких точек, образуя некоторое подобие матрицы. Печатающая головка содержит от 7 до 24 штырьков-иглолок, образующих вертикальный ряд (рис. 17).

При печати она пробегает вдоль строки, в нужные моменты (по команде компьютера) ударяя штырьками по бумаге. Такие устрой-

ства можно с успехом использовать для вывода графических документов. Если штырьки расположены на расстоянии 0,2 — 0,3 мм друг от друга, то линии чертежа получаются несколько шероховатыми, но для многих целей такое качество приемлемо. Печатающие устройства такого типа получили название мозаичных (или матричных) принтеров (от англ. print — печатать).

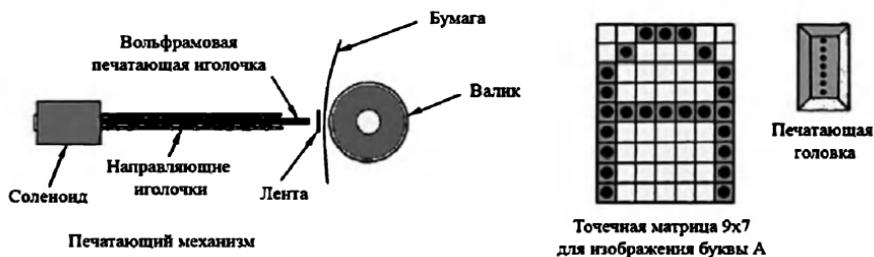


Рис. 17. Схема работы мозаичного (матричного) принтера

Для повышения быстродействия мозаичных печатающих устройств бегающую головку заменяют неподвижным рядом электродов, расположенных поперек бумажной ленты (рис. 18).

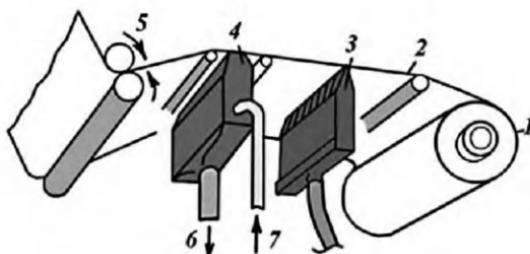


Рис. 18. Схема работы электростатического печатающего устройства:

- 1 — рулон с бумагой; 2 — бумажная лента; 3 — электроды;
- 4 — красящий раствор; 5 — подача бумаги; 6 — сток лишней краски;
- 7 — подача краски

Вместо механических ударов через красящую ленту электроды воздействуют на бумагу электрическими импульсами. Бумага пропитывается специальным составом. Это может быть электрохимическая (или термохимическая) бумага, чернеющая или синеющая в точках, где на нее воздействовали электроды, или бумага электростатическая, некоторое время сохраняющая заряд, переданный ей электродами. Продвигаясь дальше в электростатическом устройстве, бумага вступает в контакт с красящим веществом, частички краски (имеющие противоположный заряд) прилипают к ней в наэлектризованных точках — и изображение готово.

Большие возможности растровой регистрации изображений и текстов открывает развитие электрографических (лазерных) принтеров (рис. 19), которые одновременно запечатывают всю страницу целиком. Миниатюрный лазер 1 включается и выключается микропроцессором миллионы раз в секунду. При этом световой луч отражается от шестиугольного зеркала 2. Отраженный луч нейтрализует положительно заряженные участки поверхности печатающего барабана 3, формируя скрытое негативное изображение. Затем на барабан напыляется мелкий положительно заряженный порошок 4, который пристает только к нейтральным участкам 5. Когда отрицательно заряженная бумага 6 входит в контакт с барабаном, порошок притягивается к ней и прилипает, создавая нужное изображение. Затем осуществляется закрепление изображения под действием тепла и давления, и цикл печати повторяется.

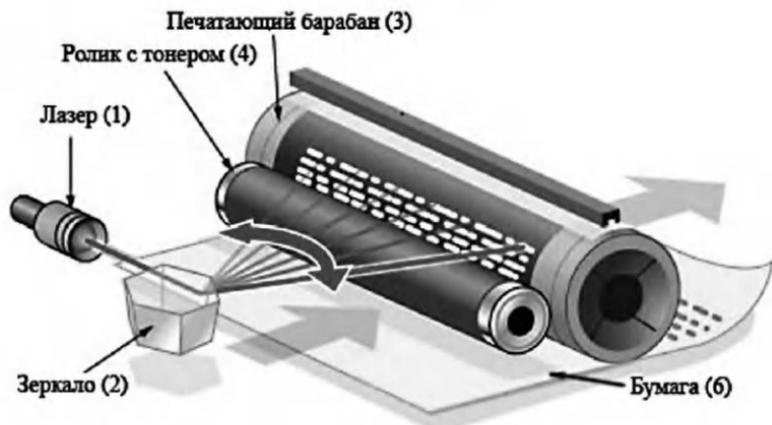


Рис 19. Схема работы электрографического (лазерного) принтера: 1 — лазер; 2 — зеркало; 3 — печатающий барабан; 4 — устройство для напыления порошка; 5 — скрытое изображение; 6 — бумага.

По большей части принтеры используются при выводе малоформатной документации (текстовые документы, небольшие одноцветные чертежи, схемы). Цветные лазерные принтеры, к сожалению, очень дороги.

Для вывода широкоформатных чертежей в цвете в настоящее время широко используются устройства, получившие название плоттеров (от англ. plot — наносить на карту).

По принципу построения изображения различают: векторные (перьевые) и растровые плоттеры. В векторных плоттерах пишущие элементы (напоминающие обыкновенные канцелярские ручки, рапидографы, фломастеры) перемещаются относительно бумаги в заданном направлении и рисуют вектора: прямые, окружности и т. д. В растровых плоттерах изображение формируется построчно и по-

следовательно (строка за строкой), при этом направление вывода изображения постоянно и неизменно.

Из-за низкой производительности векторных плоттеров (динамические характеристики достигли своего предела и дальнейшее улучшение вряд ли возможно) практически все известные фирмы прекратили их производство. Тем не менее этот тип плоттеров не потерял свою актуальность в высокоточном производстве (точные характеристики выше, чем в растровых плоттерах) и там, где по ряду обстоятельств без них нельзя обойтись.

Среди растровых технологий (электростатических, лазерных, термических технологий) особо выделяются плоттеры со струйной технологией печати (рис. 20).



Рис. 20. Схема работы струйного принтера

Фактически этот тип устройств размывает границу между плоттерами и принтерами и может с успехом применяться при выводе картографической продукции. У них на сегодня наилучшие показатели по критериям «цена – производительность – качество» и этот отрыв с каждым днем увеличивается.

При выводе чертежей, карт, схем повышенной сложности, насыщенных цветными элементами, струйные плоттеры намного опережают перьевые. Печатающая система этих устройств состоит из

картриджей, заполненных чернилами, (обычно один картридж — для монохромной модели; от 4 до 6 — в случае цветной), и струйной головки. Струйная головка представляет собой матрицу из большого числа сопел, через которые мельчайшие капельки чернил «выстреливаются» на бумагу. Су-



Рис. 20, а

ществует два основных типа струйной печати: термopечать и пьезоэлектрическая. При термopечати используется нагревательный элемент в каждой форсунке, который, разогревая чернила, образует пузырек пара, выталкивающий их наружу. В случае пьезоэлектрической печати используется пьезокристалл, который под воздействием электрического тока меняет свою форму, заставляя чернила выстреливать на носитель. Недостатком первого способа печати является появление с основной каплей чернил ее мельчайших спутников, что не позволяет добиться высокого разрешения (максимально 720 dpi). При использовании второго способа печатающая головка «выстреливает» четко сформированными холодными капельками чернил, что позволяет достичь высококачественного изображения (до 2000 dpi). Последняя из описанных технологий является достаточно дорогостоящей и применяется там, где необходимо показать много мельчайших элементов изображения (рис. 20, а).

При использовании пьезоэлектрической струйной печати имеют место две различающиеся между собой схемы устройств. В первом случае выстреливание чернил из форсунки при перемещении струйной головки происходит только в том месте, где нужно создать изображение — на пустом месте головка «молчит». В этом достоинство данной системы, в этом же и ее недостаток, т. к. размер цветной капли в этом случае не регулируется и получаемый отпечаток выглядит несколько размытым.

В другой схеме форсунки выбрасывают непрерывный поток цветных микрокапель, часть из которых попадает на бумагу и создает изображение, а ненужная часть заряжается отклоняющей системой и попадает «в слив». Все форсунки сфокусированы в одну точку, поэтому (при процессе механического смешения цветов) имеет место уникальная цветопередача изображения на лист бумаги. То есть помимо высокой разрешающей способности (до 2000 dpi) имеется возможность цифровой калибровки воспроизводимого цвета.

Именно по этой технологии работают барабанные струйные плоттеры IRIS или IXIA (INTERGRAF, США), имеющие при формате А0 разрешение 2000 dpi и представляющие по сути струйный плоттер, в котором струйная головка перемещается в направлении, перпендикулярном барабану. Печать на этих устройствах не требует специальных сортов бумаги и позволяет применять для печати любые материалы, которые можно накрутить на барабан (ткань, бумагу, полимерные пленки и т. д.)

Говоря о печатающей системе, важно подчеркнуть, что для нормального качества изображения необходимо иметь на плоттере струйную систему с отдельными картриджами (емкостями для хранения чернил) — только такие плоттеры способны обеспечить нормальное воспроизведение полноцветного изображения (например, серия плоттеров HEWLETT PACKARD и др.).

Большое влияние на повышение производительности и снижение себестоимости печати оказывает применение вместо одноразовых картриджей так называемой системы непрерывной подачи чернил. Она представляет собой резервуары большой емкости (по 50 мл каждого цвета) из которых краска по гибким тонким трубкам поступает в струйную головку. Система непрерывной подачи чернил крепится снаружи или является встроенной. Удобство этой системы заключается в том, что если во время печати заканчиваются чернила какого-либо из четырех цветов, можно, не останавливая печати, залить в резервуар новую порцию и тем самым избежать брака.

Чернила, используемые в струйной технологии, разделяются на два класса: стандартные и с защитой от ультрафиолета и влаги. Первые не выдерживают воздействия окружающей среды и подлежат обязательному ламинированию. Их достоинства — более низкая цена, яркость и насыщенность красок. Второй класс чернил отличается тем, что в их составе вместо растворенного жидкого красителя применяются твердые красители в виде взвеси крошечных частиц в жидкой среде. Пигментные частицы выцветают медленнее, чем обычные красители, и, кроме того, достаточно устойчивы к воздействию воды, поскольку не растворены в ней.

Большинство современных плоттеров оснащены рулонной подачей носителя. Без нее невозможна печать протяженных изображений. Она также позволяет снизить эксплуатационные расходы и повысить производительность работ. При этом не надо тратить время на заправку листов бумаги, что особенно затруднительно в плоттерах с барабанной подачей носителя. Автоматический нож выполнит обрезку в нужном месте.

■ § 9. Подсистема хранения информации. Понятия о базах данных. Графическая и атрибутивная базы данных

Пожалуй, основным ядром каждой информационной системы (и ГИС в том числе), является база данных (БД). Под базой данных понимается поименованная совокупность данных, отображающая состояние объекта, его свойства и взаимоотношения с другими объектами, а также комплекс технических и программных средств для ведения этих баз данных.

В самом общем смысле *база данных (БД)* — это набор записей и файлов, организованных специальным образом. В базе данных любой ГИС можно хранить, например, фамилии и адреса друзей или клиентов (текстовая информация) и карту города с нанесенными домами (графическая информация), координаты, значения площадей, другие количественные характеристики (метрическая информация).

Базы данных делятся на иерархические, сетевые и реляционные.

Иерархические базы данных устанавливают строгую подчиненность между записями. Для хранения данных, имеющих такую структуру, была разработана *иерархическая* модель данных, которую иллюстрирует рис. 21.

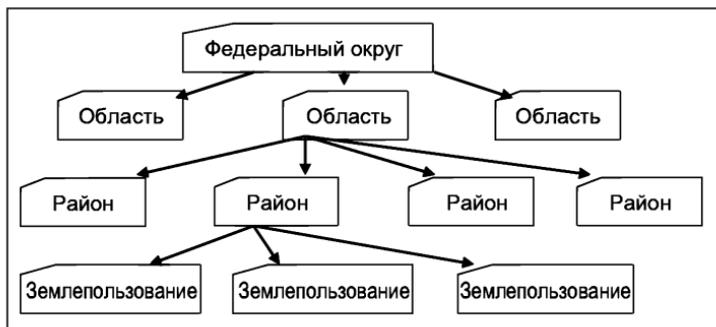


Рис. 21

Сетевые базы данных (рис. 21) использовались в том случае, если структура данных оказывалась сложнее, чем обычная иерархия, т. е. простота структуры иерархической базы данных становилась ее недостатком. В сетевых моделях каждая запись в каждом из узлов сети может быть связана с несколькими другими узлами; кроме данных записи содержат в себе указатели, определяющие местоположение других записей, связанных с ними. Такие модели очень трудно редактировать, т. к. вместе с записями нужно редактировать и указатели.

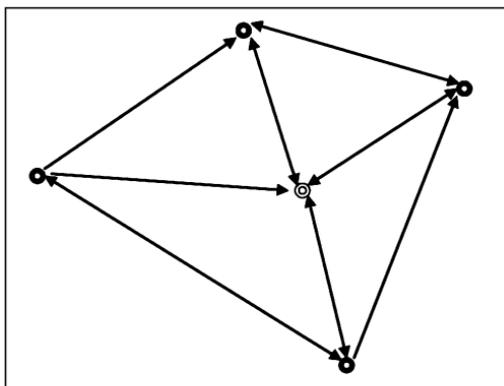


Рис. 22

Подобные модели хорошо работают в случае решения сетевых или коммутационных задач.

Как сетевые, так и иерархические базы данных были очень жесткими. Наборы отношений и структуру записей приходилось задавать заранее.

Изменение структуры базы данных обычно означало перестройку всей базы данных, а для получения ответа на запрос приходилось писать специальную программу поиска данных. Реализация пользовательских запросов часто затягивалась на недели и месяцы, и к моменту появления программы информация, которую она предоставляла, часто оказывалась бесполезной.

Недостатки иерархической и сетевой моделей привели к появлению новой, *реляционной* модели данных. Реляционная модель была попыткой упростить структуру БД. В ней все данные были представлены в виде простых таблиц, разбитых на строки и столбцы.

В реляционной базе данных информация организована в виде *таблиц*, разделенных на строки и столбцы, на пересечении которых содержатся значения данных. У каждой таблицы имеется уникальное имя, описывающее ее содержимое. Более наглядно структуру таблицы иллюстрирует рис. 23, на котором изображена таблица РАЙОНЫ.

Таблица Районы.

ID	Район	Районный центр	Код объекта	Площадь района тыс.га	Число жителей, тыс.чел.
1	Дмитровский	Дмитров	108	63,4	158
2	Клинский	Клин	106	200,0	138
3	Каширский	Кашира	104	62,8	74,7
4	Рузский	Руза	105	155,9	68,8
...
N	Подольский	Подольск	118	106,2	75,5

↑ Название района ↑ Код объекта, определенный пользователем ↑ Число жителей в тыс. чел.

← Данные о районе

← Данные о районе

Рис. 23

Каждая горизонтальная *строка* этой таблицы представляет отдельную физическую сущность — один административный район. Она же представлена на карте отдельным графическим объектом.

Все N строк таблицы вместе представляют все N районов одной области. Все данные, содержащиеся в конкретной строке таблицы, относятся к району, который описывается этой строкой.

Все значения, содержащиеся в одном и том же столбце, являются данными одного типа. Например, в столбце *Районный центр* содержатся только слова, в столбце *Площадь* содержатся десятичные

числа, а в столбце *ID* содержатся целые числа, представляющие коды объектов, установленные пользователем. Связь между таблицами осуществляется по полям.

Каждая таблица имеет собственный, заранее определенный набор поименованных столбцов (полей). Поля таблицы обычно соответствуют атрибутам объектов, которые необходимо хранить в базе. Количество строк (записей) в таблице не ограничено и каждая запись несет информацию о каком-либо объекте.

На сегодняшний день реляционные базы данных являются наиболее популярной структурой для хранения данных, поскольку сочетают в себе наглядность представления данных с относительной простотой манипулирования ими.

При использовании ГИС в картографии, в реляционных БД содержатся два типа данных: графические и атрибутивные (или семантические).

В графической базе данных хранится так называемая графическая или метрическая основа карты в цифровом виде. Атрибутивная база данных содержит в себе определенную смысловую нагрузку карты и дополнительные сведения, которые относятся к пространственным данным, но не могут быть прямо нанесены на карту — это описание территории или информация, описывающая качественные характеристики объектов (атрибуты). Таблица, содержащая атрибуты объектов, называется таблицей атрибутов.

Картографическая атрибутивная (семантическая) информация — информация в цифровом или текстово-графическом виде о количественных и качественных характеристиках объектов или явлений (Словарь по автоматизации в картографии, РИО военно-топографического управления генерального штаба, М., 1988.).

Например, атрибуты для описания сельскохозяйственного угодья можно задать следующим образом:

Атрибут	Значение
Код объекта по классификатору	1256
Сенокос	1. суходольный 2. заболоченный 3. заливной 4. лиманный
Культурно-техническое состояние	1. чистый 2. заочкаренный 3. закустаренный
Площадь	12 га
Периметр	2133 метра

Точно также при сборе характеристик по городу можно указать численность жителей, число театров и концертных залов, протяженность автодорог и линий связи; по району — его общая площадь и число землепользователей; по сотруднику предприятия — имя, фамилия, отчество, пол, возраст, стаж работы, размер заработной платы и т. д. Для хранения всей этой информации применяют атрибутивные таблицы.

В ГИС обычно встроены не только средства отображения базы данных, но и специальные программы — так называемые системы управления базами данных (СУБД). С использованием СУБД осуществляется поиск, сортировка, добавление и исправление информации в базах данных. Этот модуль позволяет создать новую атрибутивную таблицу, заполнить ее и привязать к карте. Наиболее известны такие реляционные БД и их системы управления, как dBASE, Clipper, Paradox, ORACLE и др.

К сожалению, операции реструктуризации базы поддерживаются далеко не везде. Так, в известном продукте ArcView после того, как база создана, нельзя даже переименовать имена полей — пользователю остается только задать вместо истинных имен полей псевдонимы или «спрятать» отдельные поля в таблице. При этом никаких изменений в самой БД реально не происходит.

В ГИС MapInfo еще на этапе цифрования, как только указаны координаты какой-либо точки, система автоматически создает скрытую от пользователя запись, в которой содержатся по крайней мере два поля: идентификатор и координаты этой точки. При сохранении этих данных система создает таблицу, в которой в дальнейшем будут храниться различные графические объекты и атрибутивные данные.

Вносить изменения в структуру таблиц можно непосредственно во время работы с MapInfo. Можно добавлять и удалять поля, изменять их порядок и названия, тип и размер любого поля. Подробнее о содержании этих таблиц и файлов, а также о порядке работы с ними будет рассказано в последующих главах данного пособия.

Не следует понимать, что графические объекты живут сами по себе, а атрибутика — сама по себе. Напротив, интеграция достигает порой той степени, когда графический объект физически хранится как одно из полей атрибутивной таблицы, несколько же других полей реально в таблице базы данных не существуют, а отображают автоматически отслеживаемые географические параметры объекта (длину, периметр, площадь.)

Атрибутивные базы данных не только помогают по-разному отобразить объекты с различными свойствами. При выполнении пространственных запросов атрибутика помогает более точно идентифицировать объект — в самом простом случае мы можем указать объект на карте и получить о нем подробную информацию (номер, имя, размер и т. д.) Можно, разумеется, организовывать выбор объ-

ектов на карте посредством запросов к атрибутивной таблице, т. к. мы знаем, что выделение объектов связано с выделением их атрибутивных записей.

В любой ГИС можно организовать запрос к атрибутике. Предпочтение отдается двум формам: языку запросов наподобие SQL (Structured Query Language), или шаблону, совпадающие с которым записи и выделяются. Последний называется QBE (Query By Example).

Все объекты и примитивы должны иметь свой номер или идентификатор, при помощи которого можно поставить в соответствие к графической информации атрибутивную (рис. 24).

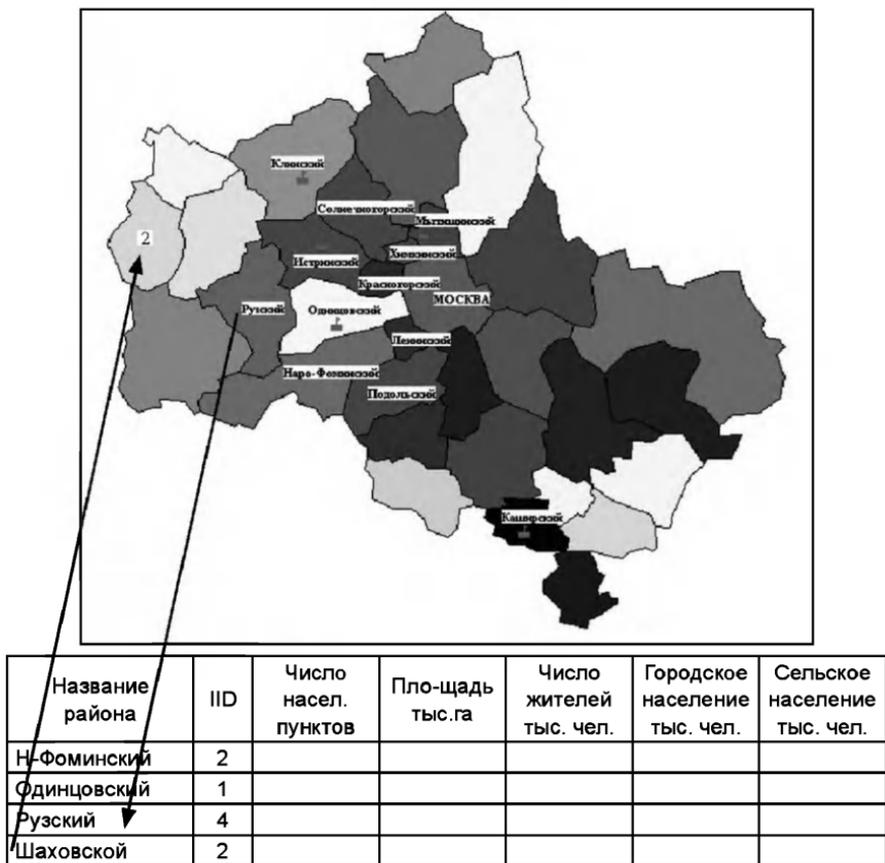


Рис 24. Связь графических и атрибутивных баз данных в ГИС

Использование идентификаторов открывает широкие возможности для просмотра и анализа. Пользователь может указать на объект, например курсором, и система определит его идентификатор, по которому найдет относящиеся к объекту одну или несколько баз данных и, наоборот, по информации в базе определит графический объект.

Физически графические примитивы записываются как последовательность пар координат. Точке соответствует одна пара координат X, Y . Окружности и кривые показываются ломаными линиями. Прямая задается двумя парами координат, а площадь контура записывается как серия пар координат, которая образует замкнутый контур, для чего его последняя точка должна иметь те же координаты, что и первая, иначе контур не будет замкнут.

Однако набор записей (иногда несколько сот тысяч), содержащий графическую (метрическую) и атрибутивную информацию о каком-либо объекте, хоть и очень похож, однако еще очень далек от того образа реального мира, который мы называем картой. Пока можно говорить только о том, что множество цифровых данных о пространственных объектах образует цифровую модель объекта местности, содержащую сведения о его местоположении (координаты) и набор свойств и характеристик (атрибутов).

§ 10. Представления цифровой карты

Цифровая картография предполагает знакомство со следующими терминами:

Цифровая карта — это цифровое выражение векторного или растрового представления общегеографической или тематической карты, записанное в определенном формате, обеспечивающем ее хранение, редактирование и воспроизведение. (Образовательные стандарты ГИС-образования.)

Цифровая модель земной поверхности — логико-математическое описание в цифровой форме объектов земной поверхности и отношений между ними. (ГОСТ 28441-90 Картография цифровая. Термины и определения.)

Электронная карта (англ. electronic map) — это картографическое изображение, визуализированное на дисплее (мониторе) компьютера на основе данных цифровых карт или баз данных ГИС, или картографическое произведение в электронной (безбумажной) форме, представляющее собой цифровые данные вместе с программными средствами их визуализации. [ГОСТ Р 50828-95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования. 1996. С. 3.]

В любом случае следует понимать, что электронная карта — это цифровая карта, визуализированная (т. е. представленная на экране монитора) в компьютерной среде с использованием программных и технических средств в принятых проекциях, системах условных знаков при соблюдении установленной точности и правил оформления [2]. Не случайно иногда такого рода картографические произведения называют экранными картами.

Рассматривая вопрос о цифровых моделях, нельзя не отметить, что в реальных ГИС мы имеем дело не с абстрактными линиями и точками, а с объектами, занимающими пространственное положение и имеющими сложные взаимосвязи между собой. Поэтому полная цифровая модель объекта в цифровой карте в обязательном порядке включает в себя:

- геометрическую (метрическую) информацию;
- атрибуты-признаки, связанные с объектом и его характеризующие;
- неметрические (топологические) характеристики, которые объясняют связи между объектами.

К топологическим характеристикам можно отнести: ориентацию (по отношению одного объекта к другому); примыкание (наличие общей границы и точек); включение (вложенность контуров), совпадение (наложение одного объекта на другой) и т. п.

Топологические характеристики заносятся при кодировании данных в виде дополнительных атрибутов. Этот процесс во многих ГИС осуществляется автоматически при дигитализации данных.

Логические отношения между объектами для кодирования связи между парами объектов (рядом с..., ближайшей к..., соединен с...) определяются присвоением признака, который представляет собой идентификатор ближайшего к нему объекта того же класса.

Следовательно, информация об объекте, содержащаяся в базе данных, должна состоять из следующих основных компонентов (табл. 1):

Таблица 1

Обязательные компоненты			Необязательные компоненты		
Информация идентификации	Информация интерпретации	Информация положения	Характеристика объекта	Информация о пространственно-логических связях объектов	Графическая информация
Позволяет выделить данный конкретный объект из множества прочих объектов	Позволяет однозначно интерпретировать (трактовать) сущность объекта	Информация, содержащая описание положения объекта, его формы, размеры	Сущность и значение свойств объекта. Могут быть качественными и количественными	Характерные отношения между объектами, определяющие их взаимное пространственное положение	Правила графического отображения объекта и его характеристик на картографическом изображении
Уникальный идентификатор (номер или имя)	Код объекта по классификатору	– Метрическая информация – Синтаксис	Семантическая информация (атрибуты): Код и значение характеристики	Топологические отношения. Логические связи	– Цвет – Стиль линий – Условные знаки – Шрифты

Наведем некоторые пояснения к тем новым терминам, которые встречаются в таблице:

«Метрическая информация картографическая — цифровая и графическая информация, отражающая в определенной системе координат пространственное положение и геометрическое описание объектов карты» (Словарь по автоматизации в картографии, РИО Военно-топографического управления Генерального штаба. М., 1988).

Семантика объекта цифровой топографической карты — часть информации в составе объекта цифровой топографической карты, описывающая сущность и свойства объекта топографической карты (ОСТ 68-3.1-98 «Карты цифровые топографические. Общие требования», М., ЦНИИГАиК, 2000).

«Пространственно-логические связи объектов — характерные отношения между объектами, определяющие их взаимное пространственное положение (соседство, пересечение, примыкание и др.) и логику взаимодействия друг с другом» (Словарь по автоматизации в картографии, РИО военно-топографического управления Генерального Штаба. М., 1988).

Как уже отмечалось выше, не обязательно хранить все атрибутивные данные слоя в одной таблице — можно информацию из разных источников держать в разных таблицах, и связывать их логически в одну большую таблицу.

Для этого можно использовать одинаковое во всех таблицах и во время уникальное в пределах отдельно взятой таблицы поле — номер объекта или его идентификатор, т. е. каждая таблица должна иметь так называемый первичный ключ (индекс) — поле или набор полей, содержимое которых однозначно определяет запись в таблице и отличает ее от других. Связь между таблицами обычно образуется при добавлении в первую таблицу поля, содержащего значение индекса второй таблицы. Благодаря этому становится возможным объединять какие угодно большие объемы данных и при помощи специальных программных средств осуществлять отбор записей, производить группировки, объединения и сортировки, а также поиск в базе данных по запросу пользователя, что является не только весьма актуальным, но и создает большие удобства пользователю, поскольку не требует перестройки всей БД, достаточно лишь обновить только одну из исходных таблиц.

Логическая связка будет действовать следующим образом — при выделении атрибутивной информации объекта в одной таблице, выделение отобразится и во всех других. Таким методом можно связать несколько таблиц не только логически, но и физически «сшить» их в одну большую, хотя такая операция редко приносит пользу, скорее добавит проблем, связанных с ограничением на размер БД.

Но и это еще не все. Чтобы система могла свободно оперировать с огромным числом таким образом организованной пространствен-

ной информации, ее наборы необходимо определенным образом соотнести с элементами изображения карты. Для этих целей в большинстве случаев используется метод квантования информации, т. е. разделение ее на целый ряд уровней (слоев). В цифровой картографии данный подход получил название послойного принципа организации элементов изображения. В процессе дигитализации составитель карты может собрать в отдельную группу все элементы гидрографии, в другую — дорожную сеть и т. д. и каждой группе (слою) присвоить свою атрибутивную таблицу. Послойная организация пространственных данных является в настоящий момент одним из общепринятых принципов при конструировании и создании ГИС.

Второй принцип организации элементов изображения — так называемый объектно-ориентированный, когда группировка объектов происходит более сложным образом, в соответствии с логическими связями между ними, с построением различного иерархий и зависимостей в данном пособии рассматриваться не будет.

■ § 11. Подсистема обработки, поиска и анализа данных. Послойная организация данных

Подсистема 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.

Как мы уже знаем, ГИС хранит информацию о реальном мире в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения тех или иных объектов. Этот простой, но очень гибкий подход доказал свою ценность при решении разнообразных реальных задач.

Слой составляют объекты, объединенные одной темой, например, элементы гидрографии. В традиционной картографии этому соответствуют цветные расчлененные оригиналы карты, выполненные на прозрачных пленках и наложенные друг на друга. В некоторых ГИС в слое могут содержаться объекты одного типа, а не одной темы: слой точек, слой линий, слой полигонов. Иногда в слое могут быть объекты, разные и по типу и по теме, но чаще всего встречается все-таки логическая организация информации на слои (рис 25).

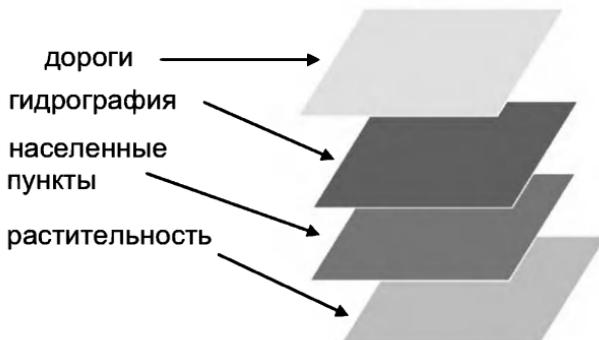


Рис. 25. Концептуальная схема организации данных в ГИС

Поскольку каждый слой может содержать информацию, относящуюся к одной или нескольким темам, то, например, для целей изучения земельных ресурсов такими темами могут быть: почвы, их механический состав, использование земель, агроэкология, оценка земель и т. п. Для задач городского кадастра такой набор может включать данные по улицам, о развитии инфраструктуры населенных пунктов, подземным коммуникациям, зеленым насаждениям, строениям, землевладельцам и арендаторам недвижимости.

Такое подразделение информации на слои интуитивно понятно и привычно и легко соотносится с общепринятыми принципами работы с бумажной картой.

Послойная организация данных предполагает, что слои в пространстве не имеют разрывов, и что везде мы имеем какую-то информацию.

При наличии соответствующих баз данных и систем управления базами данных (СУБД) при послойной их организации можно без проблем получать ответы как на простые вопросы, например: Кто владелец данного земельного участка? На каком расстоянии друг от друга расположены некие объекты? Где расположен данный земельный участок?, так и на более сложные, требующие дополнительного анализа запросы, например: Где есть места для строительства нового дома? Каков основной тип почв под еловыми лесами? Как повлияет на движение транспорта строительство новой дороги? Запросы можно задавать как простым щелчком мышью на определенном объекте, так и посредством развитых аналитических средств. С помощью ГИС можно задавать шаблоны для поиска, проигрывать сценарии по типу «что будет, если...». Современные ГИС имеют множества мощных инструментов для анализа, среди них наиболее значимы два: анализ близости и анализ наложения. Для проведения анализа близости объектов относительно друг друга в ГИС применяется процесс, называемый буферизацией. Он помогает ответить на вопросы типа: Сколько домов находится в пределах 100 м от это-

го водоема? Сколько покупателей живет не далее 1 км от данного магазина? Какова сумма арендных платежей за земельные участки, на которых расположены предприятия торговли? и др.

Процесс наложения включает интеграцию данных, расположенных в разных тематических слоях. Данная процедура получила название — оверлейной операции (оверлей слоев). В простейшем случае это операция отображения, но при ряде аналитических операций данные из разных слоев объединяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности и местоположении землевладения со ставками земельного налога.

Глава 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ В СРЕДЕ ГИС MAPINFO И ARCVIEW*

■ § 12. Требования к ГИС

Основные требования к ГИС, изложенные в [3], сводятся к тому, что необходимым и достаточным условием функционирования систем является то, что ГИС обеспечивают:

- ввод картографической информации с помощью дигитайзера, сканера, цифровой фотокамеры, «мыши», импорта файлов из других систем (в т. ч. с конвертацией формата данных); полуавтоматическую и интерактивную векторизацию растровых изображений;
- управление картографическими базами данных (формирование архитектуры баз данных, обеспечение связи между картографическими объектами и строками фактографических баз данных, обновление данных, поиск, отбор); поддержку различных типов векторных и растровых информационных слоев, слои поверхностей и трехмерных объектов;
- наличие внутрисистемного языка программирования, что позволяет пользователю: создавать в рамках системы расчетные программы и другие пользовательские приложения, создавать новые типы информационных слоев, обеспечивать прозрачный доступ к другим базам данных и ГИС, изменять и дополнять пользовательский интерфейс системы;
- преобразование систем координат и трансформацию картографических проекций на эллипсоиде и шаре;
- метрические операции, включая вычисление длин, площадей, периметров, и других характеристик объектов;
- построение полигонов, удовлетворяющих определенным условиям удаленности; поиск ближайших полигонов-соседей;
- операции над множествами картографических объектов: пересечение, объединение, исключение;
- операции на графах (сетях): выбор оптимальных маршрутов и др.;

* Более подробно технологические вопросы создания цифровых тематических карт изложены в етодических указаниях, разработанных на кафедре картографии ГУЗа. Авторы: В.П. Раклов, О.В. Данилевский.

- построение поверхностей на регулярной и нерегулярной сети опорных точек и их анализ;
- работу с картографическими данными в режиме виртуального присоединения, обеспечивающем возможность одновременной согласованной работы в едином координатном пространстве со множеством территорий (каждая из которых может иметь свое внутреннее координатное представление) без дублирования информации и нарушения целостности каждой отдельной территории;
- построение архитектур баз данных с многократной вложенностью территорий друг в друга, что позволяет переходить от картографического объекта к новой территории, являющейся его крупномасштабным представлением;
- использование методов цифровой фотограмметрии и обработку стереоизображений на РС при наличии соответствующего программного обеспечения;
- генерацию отчетных форм, включая создание монохромных и цветных карт, зарамочного оформления, монтаж дополнительных карт-врезок и «окон», содержащих пояснительные тексты, графические элементы и т. п.;
- вывод графической и текстовой информации на матричные, струйные, лазерные принтеры, плоттеры, в файлы, экспорт в другие системы (в том числе с конвертацией формата данных).

Сложные профессиональные многомодульные ГИС, такие как ArcInfo и MGE, предназначены для решения большого спектра задач, и казалось бы, именно им следует отдать предпочтение, т. к. они имеют более широкие возможности для создания карт, их анализа и редактирования. Но такие ГИС, как правило, дорого стоят, и не все организации могут позволить себе их использовать. Работать с этими ГИС достаточно сложно и иногда невозможно без специального обучения. Именно поэтому широкое распространение в нашей стране и в мире получили более простые настольные ГИС, такие как MapInfo и ArcView, практически полностью удовлетворяющие условиям, изложенным выше, т. е., несмотря на то, что настольные ГИС обладают меньшими возможностями чем профессиональные ГИС, они обладают необходимыми инструментами для создания тематических карт, легко доступными средствами анализа и редактирования.

Системы имеют открытую среду программирования, и при желании пользователь может добавить недостающие функции. Также системы идеально подходят для применения конечным пользователем.

Наряду с традиционной, так называемой «бумажной» технологией создания карт, в последнее десятилетие стали бурно развиваться компьютерные технологии создания карт с использованием географических информационных систем (ГИС).

В наиболее общем виде так называемую ГИС-технология создания карт можно представить в следующем виде:

- 1) подготовка исходных материалов и ввод данных:
 - а) с накопителей электронных тахеометров;
 - б) приемников GPS;
 - в) систем обработки изображений;
 - г) дигитализацией (цифрованием) материалов обследований, авторских или составительских оригиналов, а также имеющих плано-картографических материалов;
 - д) сканированием исходных материалов и трансформированием полученного растрового изображения;
- 2) формирование и редактирование слоев создаваемой карты и таблиц к ним, а также формирование базы данных;
- 3) ввод табличных и текстовых данных с характеристиками объектов (атрибутов);
- 4) разработка знаковой системы (легенды карты);
- 5) совмещение слоев, формирование картографического изображения тематической карты и его редактирование;
- 6) компоновка карты и формирование макета печати;
- 7) вывод карты на печать.

Среди всего великолепия ГИС при изложении материала мы в первую очередь остановимся на, пожалуй, самой распространенной в Российской Федерации системе настольного типа — программном продукте MapInfo.

§ 13. Отличительные особенности ГИС MapInfo

Отличительная особенность MapInfo — ее универсальность, т. е. система позволяет:

- просматривать и обрабатывать графические изображения;
- осуществлять поиск по запросу и редактирование карт;
- производить построения картографических символов, диаграмм, работать с базами данных;
- производить подготовку к печати и печать карт.

Система имеет три возможных типа окна для просмотра данных: текстовое, картографическое и графическое соответственно. На экране монитора одновременно могут присутствовать окна различного типа. Например, пользователь может наблюдать картографическое окно, показывающее изображение улиц города, и одновременно просматривать табличные данные, относящиеся к ним, в текстовом окне. Окно, имеющееся на экране, является активным. Если окон больше одного, они объявляются связанными, так называемыми «горячими окнами». Это означает, что графический объект, соответствующая табличная запись которого выбрана в текстовом окне, будет подсвечен

в картографическом, и наоборот. Текстовое окно имеет вид таблицы, подобной электронной, со строками и столбцами. Каждая строка представляет из себя запись, и каждая колонка определяет поле записи. Система позволяет добавлять, редактировать и уничтожать записи. Пользователь может отбирать нужные столбцы для просмотра в окне и менять их размер. Картографическое окно при показе использует послойное изображение, как это принято во многих других ГИС. Характеристики каждого слоя могут быть показаны выборочно, отредактированы, показаны в порядке, устраивающем пользователя. Внешне картографическое окно оформляется так же, как и текстовое, оно снабжено возможностями горизонтального и вертикального прокручиваний для показа соседних областей.

Графическое окно используется для работы с объектами типа точка, линия, полигон и т. п.

MapInfo имеет развитые средства генерации отчетов, построения графиков и диаграмм, составления статистических карт.

Система позволяет создавать иллюстративные тематические карты, имеет библиотеку условных знаков, шрифтов и заливок, допускает использование шкал для отображения качественных и количественных зависимостей, описанных в полях базы данных (величина ступени шкалы задается пользователем), а также позволяет формировать легенду карты, снабжать ее подписями, редактировать изображение.

MapInfo — векторная система, использующая для ввода наиболее распространенные типы интерфейсов, что позволяет использовать множество современных устройств ввода (дигитайзеров или сканеров). В системе предусмотрена корректировка графических данных в интерактивном режиме, условные знаки выбираются из соответствующей библиотеки. Имеется библиотека шрифтов и заливок.

MapInfo является классической настольной ГИС информационно-справочного типа.

Перечисленные возможности географической информационной системы MapInfo могут создать иллюзию, что стоит только нажать кнопку — и карта готова! Однако собственно составлению карты, вне зависимости от выбранной технологии составления, предшествует серьезная работа.

§ 14. Подготовка к созданию карты

Прежде чем приступить к составлению карты, специалисту-исполнителю надо ясно представлять себе, что именно он должен в конечном итоге получить. Для этого он должен знать назначение карты, в каком масштабе ее следует составлять, какую территорию надо охватить, какие элементы содержания являются главными и с какой степенью подробности следует показывать каждый из них, по каким

материалам будет составляться карта, каковы особенности территории, которую необходимо изобразить, и многие другие детали. Не зная этого, не имея перед собой конкретно поставленной задачи, трудно составить карту, соответствующую своему назначению.

Поэтому составлению карты предшествует тщательная редакционно-подготовительная работа, которую проводит редактор карты. Именно он изучает и разрабатывает все вышеперечисленные вопросы и фиксирует их в специальном документе, который получил название программы карты или редакционного плана. Содержание программы, особенности ее разработки, изложены в соответствующих учебных пособиях, например, в [2]. Мы же при изложении материала будем исходить из того, что основополагающие моменты из теории картографии и «бумажная» технология составления тематических карт освоены в достаточной мере и в повторении не нуждаются.

Подготовка исходных данных

Подготовка исходных материалов при составлении карты с помощью ГИС-технологий заключается, как мы уже знаем, в подготовке исходной цифровой основы будущей карты посредством цифрования картографических материалов. Цифрование может осуществляться двумя способами: дигитализацией картографических материалов при помощи специальных устройств с получением изображения в векторном виде или путем сканирования материалов с дальнейшей векторизацией растровых данных.

Растровое изображение

В MapInfo растровые изображения используются только для просмотра; вносить изменения в само изображение нельзя. К нему нельзя «привязать» никаких данных, в отличие от векторных карт. Обычно они используются как подложки для векторных карт, т. к. степень детализации растрового изображения гораздо выше, чем у векторных карт. Система читает такие растровые форматы, как TIFF, JPEG и др.

Поскольку MapInfo не общается непосредственно со сканерами, а читает уже подготовленные другими программами файлы изображений, необходимо сформировать растровое изображение при помощи планшетного сканера и имеющегося программного обеспечения. Для этого необходимо поместить картографический источник на стекло сканера и запустить процесс сканирования. Полученное растровое изображение необходимо сохранить со своим уникальным именем и зарегистрировать с целью дальнейшей векторизации растра в выбранной картографической проекции и системе координат.

Запуск программы MapInfo и начало работы

Чтобы запустить программу MapInfo, дважды укажите на иконку MapInfo в Диспетчере файлов (рис. 26).

Через несколько секунд появится диалог начала сеанса. В нем можно указать, с чего следует начать сеанс работы (рис. 27).

Если Вы уже работали ранее с MapInfo, то можно восстановить то состояние, которое было на экране в конце последнего сеанса работы, выбрав **«Восстановить прошлый сеанс»**, или открыть последний использовавшийся **«Предыдущий рабочий набор»**, или открыть другой **«Рабочий набор»**. При запуске программы в первый раз, выберите **«Таблицу»**.



Рис. 26

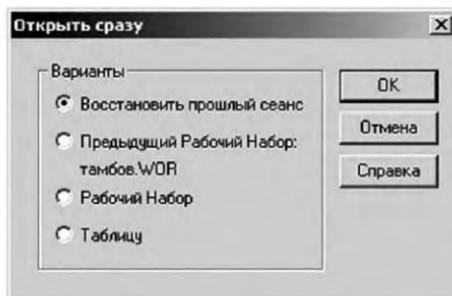


Рис. 27

Работа с растровым изображением. Открытие растра

После диалога начала сеанса появится диалог **«Открыть таблицу»** (рис. 28). В зависимости от полученного задания необходимо обратиться к папке, в которой хранится растровое изображение, и ввести имя файла.

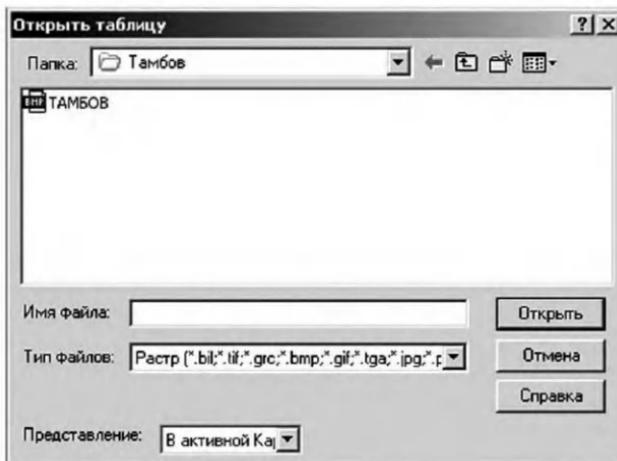


Рис. 28

В диалоге указываем **«Тип файлов — Растр»** и **«Представление — В активной карте»**. После нажатия клавиши **«Открыть»** на экране монитора появится соответствующее растровое изображение.

Открывая файл растрового изображения, необходимо иметь представление о процедуре, называемой регистрацией изображения.

Незарегистрированное изображение служит только для просмотра растра в условной системе координат, поэтому в данном пособии рассматриваться не будет.

После того как выбран растровый файл и нажата кнопка «Открыть», появляется запрос, в котором необходимо ответить «Регистрировать» (рис. 29).

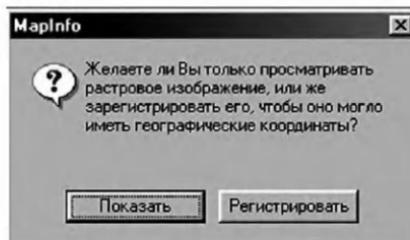


Рис. 29

Регистрация растра проводится в диалоге «Регистрация изображения», в котором указываются географические координаты предварительно определенных опорных точек (в терминологии MapInfo — контрольных точек), или прямоугольные координаты поворотных точек границ землепользования, для чего необходимо нажать кнопку «Проекция» и выбрать соответствующий тип проекции (рис. 30, рис. 31).

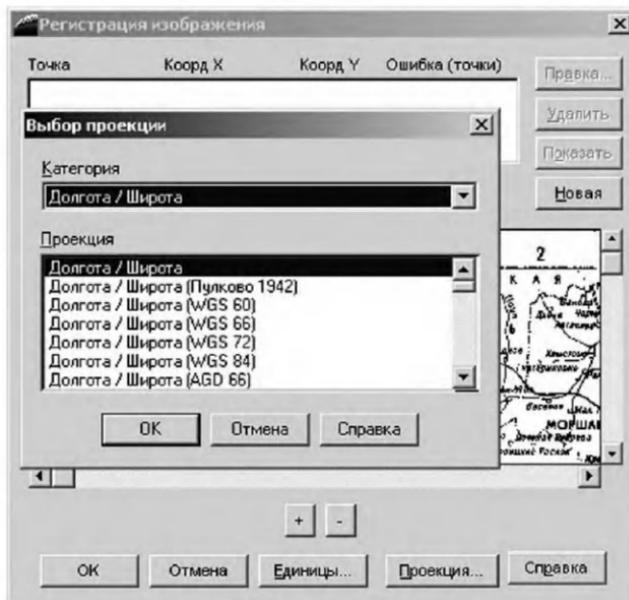


Рис. 30

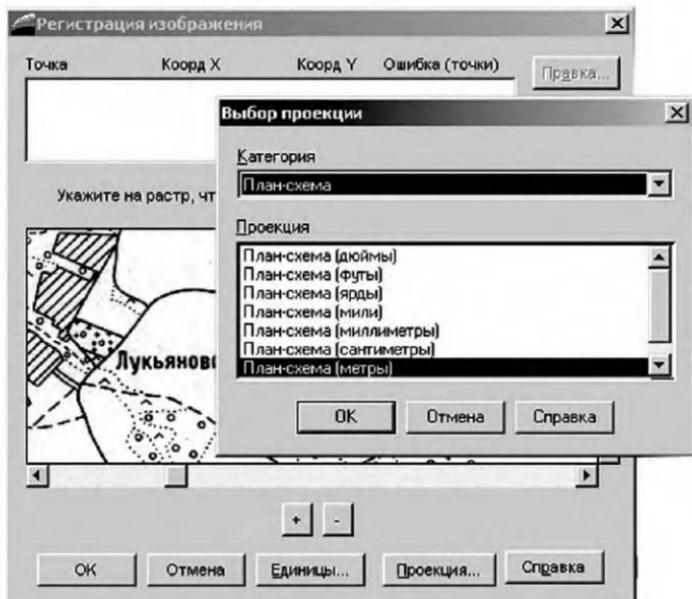


Рис. 31

Выбор опорных точек

Укажите на выбранную опорную точку регистрируемого изображения (обычно пересечение линий картографической сетки, поворотные точки границ землепользований или значки населенных пунктов, обозначенные точечным условным знаком).

Появится диалог «**Добавить контрольную точку**». Задайте в этом диалоге координаты, полученные одним из изложенных выше способов. Контрольные точки на изображении нумеруются. Нажмите **ОК**. Повторите процедуру для следующей точки. **Необходимо указать не менее трех опорных точек** (рис. 32, 33).

Замечание: Масштаб показа изображения в окне просмотра меняется кнопками «+» и «-» снизу от изображения. Увеличивая масштаб, можно добиться большей точности определения положения точек привязки. Передвигать растр можно при помощи линейки прокрутки.

Если надо внести изменения в координаты опорных точек (как правило, по причине слишком большой погрешности регистрации), выберите запись о точке в верхней части диалога «**Регистрация изображения**» и задайте другое расположение точки на растре или повторите заново процедуру определения географических координат опорных точек на исходной карте. Контрольные точки можно удалять, нажимая кнопку «**Удалить**».

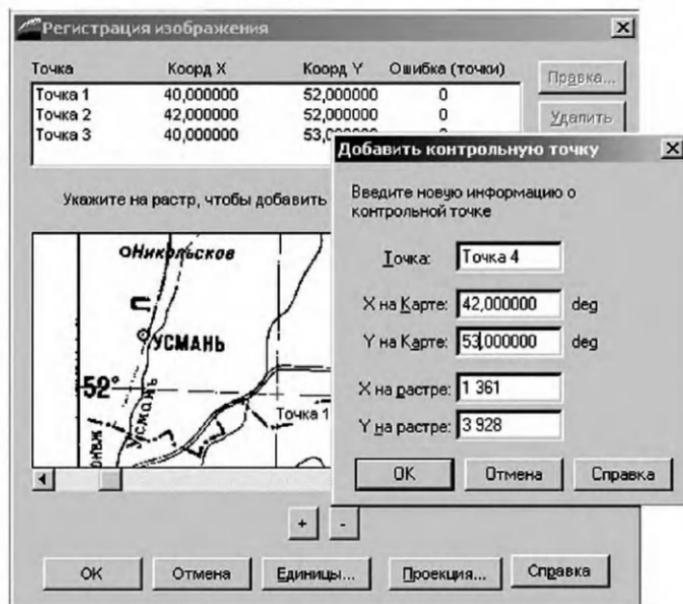


Рис. 32

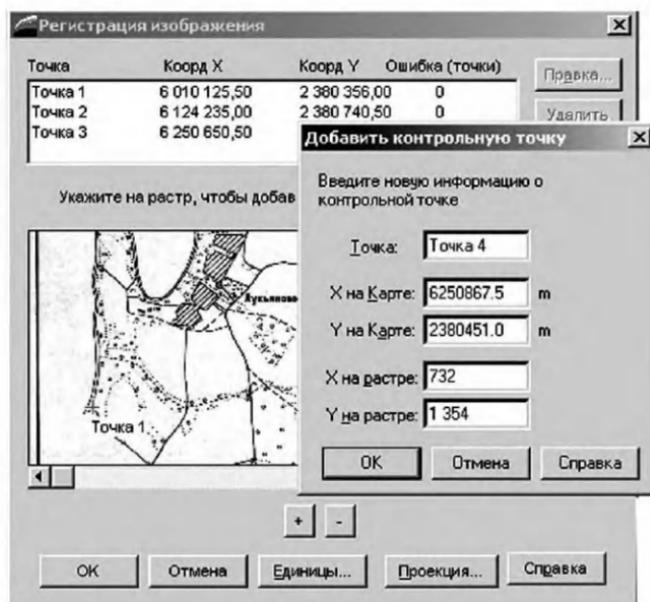


Рис. 33

При регистрации растрового изображения по четырем опорным точкам в диалоге «**Регистрация изображения**» появится сообщение об ошибках в пикселях, которые возникают в результате грубого определения координат опорных точек на исходном материале или из-за погрешности наведения курсора и фиксации координат точек на растре.

Если опорные точки размещены аккуратно, MapInfo будет показывать растровое изображение без искажений и поворотов. При наложении векторных данных MapInfo трансформирует векторную информацию, чтобы добиться правильного взаимного расположения растра и векторных слоев.

Растровые изображения необходимо регистрировать **однажды**. Каждый последующий раз файл с растровым изображением открывается так же, как любая другая таблица MapInfo.

Формирование и редактирование слоев карты

При использовании ГИС-технологии оператор на первом этапе получает отсканированное изображение исходного картографического материала, визуализированное на экране монитора, которое необходимо «оцифровать», т. е. преобразовать растровое изображение в векторное и сформировать слои цифровой карты, полученные в результате цифрования (дигитализации). Процесс картографической генерализации в этом случае выполняется одновременно с дигитализацией. Программные средства генерализации изображения, имеющиеся в данном пакете, будут рассмотрены в отдельном разделе данного пособия.

ГИС-технология составления карт предполагает на этом этапе не только формирование, но и редактирование слоев. Слои в упрощенном виде, как уже было сказано выше, можно представить себе в виде набора листов прозрачного пластика, на каждом из которых по отдельности изображены как элементы географической основы (гидрография, населенные пункты, административные границы, дорожная сеть и т. д.), так и элементы специального (тематического) содержания (в виде заливок, штриховок). Листы этого пластика, наложенные друг на друга, и создают картографическое изображение. Точно так же, как и при составлении карт по традиционной технологии, в первую очередь создаются слои с элементами географической основы (гидрография, дорожная сеть, населенные пункты, границы и т. д.), а затем — тематические.

Цифрование слоев содержит некоторые особенности. Так, цифруя исходные картографические материалы по элементам содержания, необходимо различать внутри каждого элемента следующие подуровни:

- а) полигон (объекты, представляющие собой полигон);
- б) дуга (объекты, представляющие собой дуги);

в) точка (точечные объекты), например, из элементов гидрографии: полигон — озера, водохранилища; дуга — реки; точка — источники минеральных вод и т. д.

MapInfo позволяет на одном слое содержать несколько различных типов элементов (в том числе и текст).

В ГИС MapInfo имеются следующие стандартные инструменты для цифрования (панель «Пенал»):

	Добавить узел — инструмент, с помощью которого можно добавлять узлы в режиме Форма;
	Дуга — инструмент, который позволяет рисовать дуги с угловым размером в четверть эллипса;
	Эллипс — инструмент, с помощью которого можно рисовать эллипсы и круги;
	Линия — инструмент, рисующий прямые линии;
	Стиль линии — Открывает диалог «Стиль линии», в котором можно выбрать стиль, цвет и толщину для линейных объектов;
	Полигон (Многоугольник) — инструмент, позволяющий создавать замкнутые области, ограниченные прямыми линиями;
	Полилиния (Ломаная) — инструмент, позволяющий создавать ломаные (незамкнутые) линии;
	Прямоугольник — инструмент, позволяющий создавать прямоугольники и квадраты;
	Стиль области — Открывает диалог «Стиль области», в котором можно выбрать штриховку, цвет и стиль контура замкнутой области;
	Форма — Включает и выключает режим Форма, в котором можно перемещать, добавлять и удалять узлы объектов;
	Скругленный прямоугольник — инструмент, позволяющий создавать прямоугольники и квадраты со скругленными углами;
	Символ (Булавка) — инструмент, который позволяет помещать на карту точечные объекты;
	Стиль символа — Открывает диалог «Стиль символа», в котором можно выбрать размер, стиль и цвет символа, представляющего точечный объект;
	Текст — инструмент, с помощью которого на карты или отчеты помещаются тексты и подписи;
	Стиль текста — Открывает диалог «Стиль текста», в котором можно выбрать гарнитуру, размер, стиль и цвет фона для текстового объекта.

Например, для оцифровки линейного объект выбирают следующие инструменты (рис. 34):



Рис. 34. Цифрование линейного объекта



Рис. 35. Диалог «СТИЛЬ ЛИНИИ»

§ 15. Управление слоями

Для управления слоями и элементами на них используется диалог «Управление слоями» панели инструментов «Операции» (рис. 36).



Рис. 36

После нажатия данной иконки появится представленный выше диалог (рис. 37).

Наличие или отсутствие в соответствующей ячейке напротив названия слоя флажка означает возможность или невозможность выполнения действия.

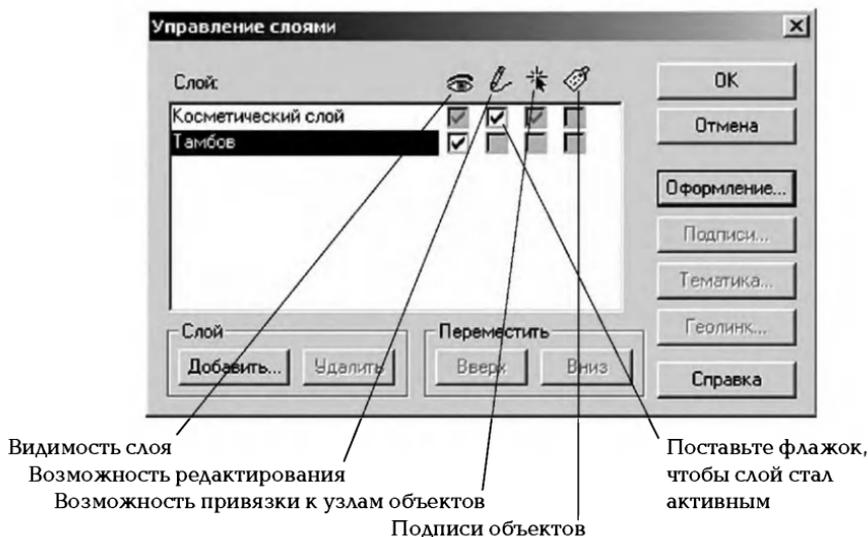


Рис. 37

Выставляя флажки в соответствующем окошке, можно манипулировать слоями изображения и отключать растровую подложку, т. е. делать ее невидимой, можно поочередно просматривать каждый оцифрованный слой с целью проверки правильности выполнения действий и т. д.

Косметический слой

Каждое окно **Карты** содержит косметический слой. Косметический слой можно представить себе как чистую на начальном этапе, прозрачную пленку. Каждый слой представляет различные коллекции географических объектов. Косметический слой — это пустой слой, лежащий поверх всех прочих слоев. Он используется для оцифровки, проектирования и т. д. В него помещаются подписи, заголовки карт, разные графические объекты. Косметический слой всегда является самым верхним слоем **Карты**. Его нельзя удалить из окна **Карты**. Нельзя изменить также и его положение по отношению к остальным слоям.

Выбрать вид штриховки, тип линий, символов и шрифтов для Косметического слоя можно также с помощью меню **«Настройки»** и соответствующих команд **СТИЛЬ...** (рис. 38).

Содержимое косметического слоя изменяется при изменении размера изображения в окне. За исключением символов, все объ-

екты и текст на косметическом слое увеличиваются или уменьшаются при изменении размера изображения в окне.

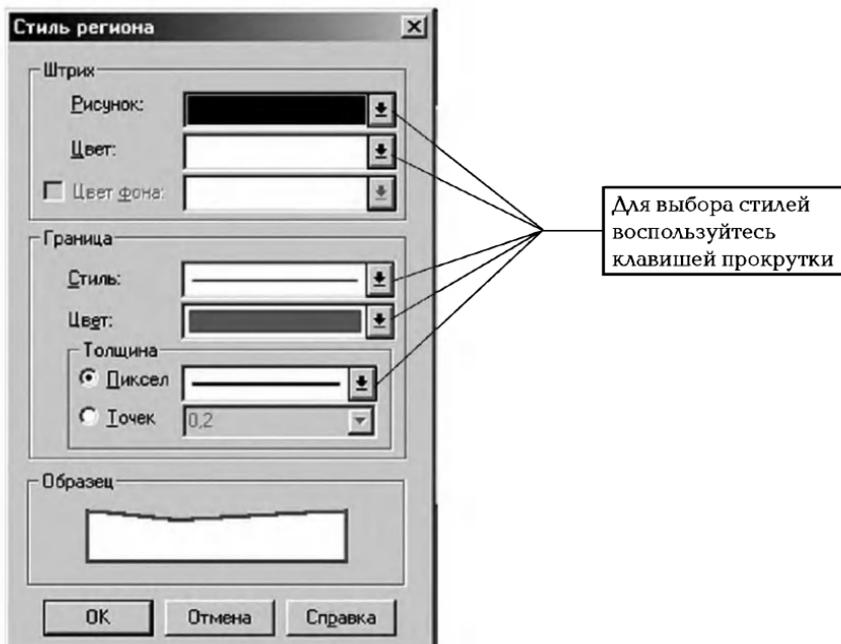


Рис. 38

Создание слоев

Создание слоев выполняется на косметическом слое, который предварительно в диалоге «Управление слоями» активируем, т. е. ставим флажок в окне «Редактирование» (рис. 37). Создание слоев выполняется поверх нижнего слоя, которым является растровая подложка с отсканированным изображением **Административной карты**.

Административные границы

Слой «Административные границы», хотя это линейные объекты, лучше оцифровать как площадные объекты с тем, чтобы можно было в дальнейшем определять площади полигонов.



Выбрав в панели инструментов команду «Полигон», задаем командой «СТИЛЬ ПОЛИГОНА» толщину, цвет и форму границы района, области, республики и т. д. из появившейся таблицы стилей линий. После этого подводим курсор к поворотной точке границы района,

нажимаем левую кнопку мыши, и продвигаемся к соседней точке излома границы, при этом нажимая на левую клавишу мыши в следующей поворотной точке (точке излома границы). При наведении курсора на конечную точку проведенной линии появляется перекрестие (предварительно должна быть нажата клавиша «S» (*при англ. раскладке клавиатуры*) — сочетание) и при нажатии левой кнопки мыши происходит замыкание границы. Таким же образом оцифровываются остальные границы районов до тех пор, пока все границы не будут замкнуты.

Замечание: Для оцифровки смежных границ полигонов удобно пользоваться следующим приемом: удерживая нажатой клавишу Shift, указываем левой кнопкой мыши (*при активированном инструменте цифрования «Многоугольник»*) в начальную точку общей границы полигонов и затем в последнюю точку. MapInfo автоматически оцифрует всю смежную границу. (Для обхода полигона по противоположной стороне необходимо удерживать «Ctrl».)

Для просмотра параметров полигона (площади, координат рабочего пространства и центра тяжести фигуры), стиля линий и способа заливки необходимо произвести двойной щелчок левой кнопкой мыши внутри полигона.

Таким образом, получаем набор полигонов, которые соответствуют границам районов. Затем в меню **«КАРТА»** выбираем команду **«СОХРАНИТЬ КОСМЕТИКУ»** и далее для первого слоя указать имя файла, а для всех последующих слоев **«Создать новый»** и **«Сохранить»** (рис. 39).

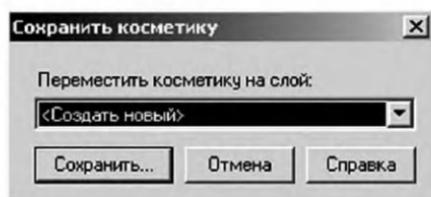


Рис. 39

В диалоге указываем имя файла и адрес сохраняемого файла, при этом сохраняем созданный слой как: **«Тип файла»ТАБЛИЦА»** (рис. 40).

После сохранения слой **«Административные границы»** автоматически добавится к списку слоев, которые мы видим в **«Управлении слоями»** (рис. 41).

Аналогичным образом создаются слои: «Города», «Дороги», «Гидрография», как полигональные, точечные и линейные объекты с соответствующим типом значков и стилем линий (рис. 42).

После оцифровки и корректировки Ваша карта должна иметь приблизительно такой вид (рис. 43):

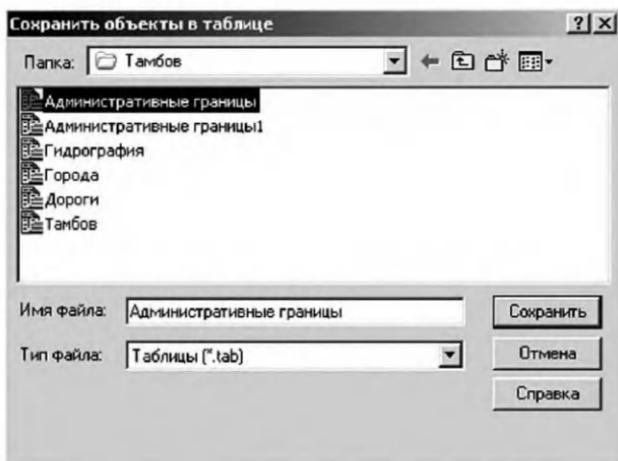


Рис. 40

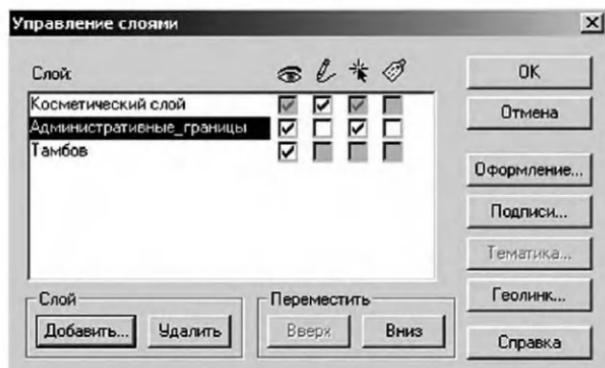


Рис. 41

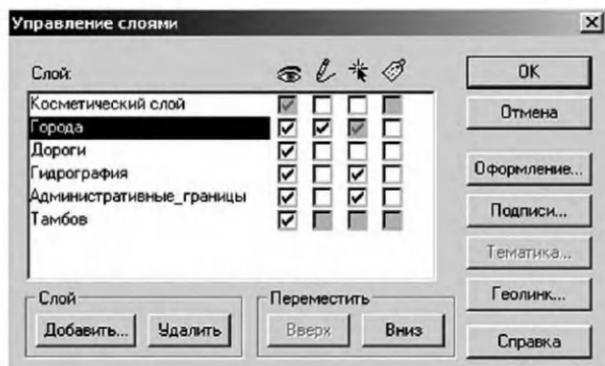


Рис. 42



Рис. 43

§ 16. Создание базы данных

Переходим к следующему шагу создания электронной карты в ГИС MapInfo. Это создание базы данных и присвоение атрибутивной или семантической информации объектам цифровой карты.

MapInfo содержит всю графическую, текстовую и другую информацию, как мы уже говорили выше, в так называемых таблицах. Одной таблице MapInfo соответствует один слой карты. Каждая таблица представляет собой набор файлов-компонентов:

<имяфайла>.TAB: этот файл содержит описание структуры данных таблицы. Он представляет собой небольшой текстовый файл, описывающий формат того файла, который содержит данные;

<имяфайла>.DAT или **<имяфайла>.WKS, DBF, XLS:** этот файл содержит табличные данные. Кроме того, таблицы, содержащие растровые изображения, хранят данные в файлах форматов BMP, TIF или GIF;

<имяфайла>.MAP: этот файл описывает графические объекты.

<имяфайла>.ID: этот файл содержит список указателей (идентификаторов) на графические объекты, позволяющий MapInfo быстро находить объекты на карте.

Таблица может содержать также и индексный файл. Индексный файл позволяет проводить поиск объектов на карте с помощью команды **НАЙТИ**. Если необходимо найти улицы, города или области с использованием команды **НАЙТИ**, соответствующие поля таблицы должны быть проиндексированы. Индекс хранится в файле: **<имяфайла>.IND**.

На экране монитора MapInfo позволяет отображать таблицу в виде «**Карты**», «**Списка**» или «**Графика**». Каждое представление показывает данные в специальном окне, выбрать которое можно в меню «**Окно**».

Окно **Карты** представляет информацию в графическом виде, не являясь, по сути, картой в общепринятом виде, позволяя видеть взаимное расположение данных, анализировать их и выявлять закономерности (рис. 44).

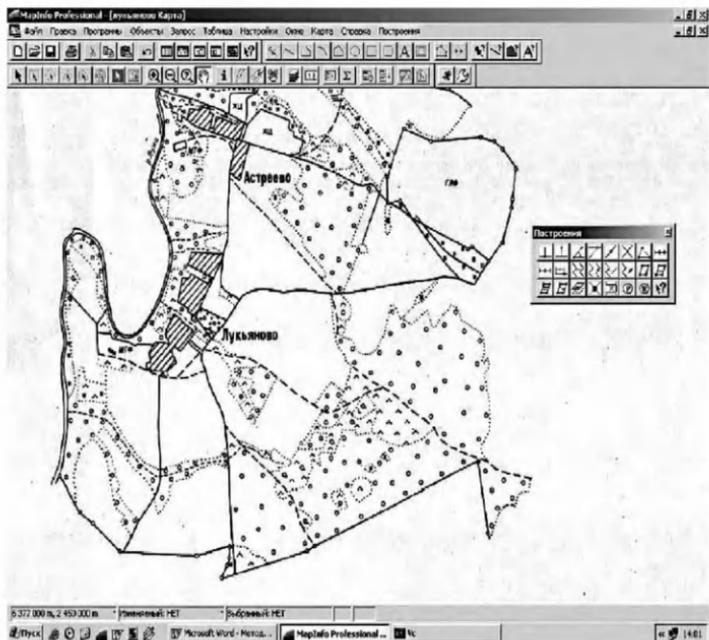


Рис. 44. Окно «Карты» в MapInfo

В окнах **Карт** показываются географические объекты, относящиеся к таблице. Окно **Карты** может содержать информацию сразу из нескольких таблиц, при этом каждая таблица представляется отдельным слоем.

Окно **Списка** представляет записи из базы данных в формате электронной таблицы, позволяя применять привычные приемы работы с базами данных (рис. 45).

В окнах **Списков** можно просматривать и обрабатывать данные в традиционной форме строк и колонок, которая обычно используется в системах баз данных и электронных таблицах. Каждая колонка содержит определенный тип информации (например, поле фамилии, адреса, номера телефона или суммы счета). В окне **Списка** можно изменять, копировать, удалять и добавлять записи.

Замечание: Окна «Списка» и «Карты» взаимосвязаны. Вектору на «Карте» соответствует строка в «Списке», и наоборот. Удаление записи повлечет за собой удаление и изображения на карте. Выделение мышкой объекта в «Списке» подсвечивает объект на «Карте». При оцифровке раstra в «Списке» создаются пустые

строки (без информации) и только одна колонка (при выполнении оцифровки в косметическом слое).

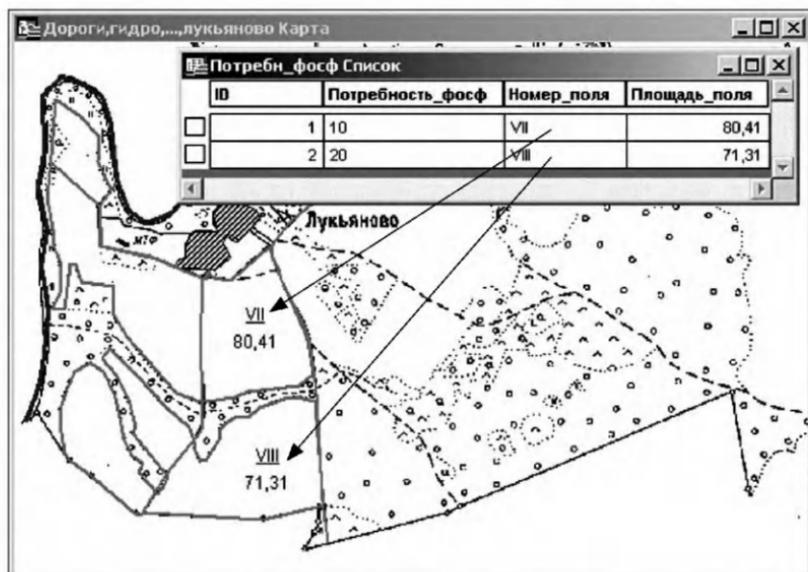


Рис. 45. Окна «Список» и «Карта» в MapInfo

Для заполнения базы данных и создания тематической карты необходимо изменить структуру «Списка» в соответствии с тематикой создаваемой карты, например, для слоя «Границы» необходимо выделить поля и ввести: название района, состав пашни по каждому административному району, состав сельскохозяйственных земель, распаханность (т. е. долю пашни в общей площади сельскохозяйственных угодий района), долю сельскохозяйственных земель в районе и пр. Для слоя «Населенные пункты» — названия населенных пунктов, число жителей в них. Для слоя «Потребность почв в фосфорных удобрениях» — индекс записи, дозу внесения удобрения, номер поля севооборота, площадь поля и т. п. Изменение структуры представлено на рис. 46.

Диалог вызывается из меню **Таблица–Изменить–Перестроить**. Далее выбирается имя таблицы, структура которой изменяется. Добавление полей осуществляется кнопками **Добавить–Удалить поле**. Параметры поля вводятся в диалог **Описание поля (Имя, Тип данных)** которые будут содержаться в поле и пр.). В поле **Индекс** необходимо установить флажки (для осуществления запросов и др. логических операций с объектами). В верхней части рис. 46 показано окно списка после изменения структуры таблицы.

Замечание: Описание типов данных полей можно найти в «Справочнике» MapInfo.

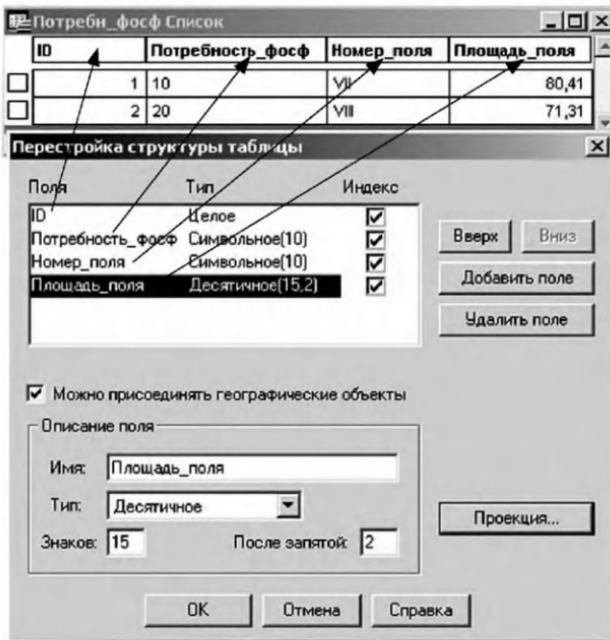


Рис. 46

После нажатия **ОК** окно со «Списком» и «Картой», содержащее эту таблицу, будет закрыто. Пугаться этого не надо, таким образом MapInfo обновляет структуру таблицы. Для того чтобы таблица вновь отобразилась, необходимо войти в диалог **Управление слоями—Добавить** и в перечне выбрать имя необходимой таблицы. Она отобразится в окне **Управления слоями**.

Замечание: *Расположение слоев в окне Управления слоями и соответственно в окне «Карты» должно соответствовать принципу «Слоеного пирога» — самым нижним должен быть растр (за исключением прозрачных растров), выше — границы, далее гидрография, дороги, населенные пункты, подписи (если они выносятся на отдельный слой). Расположение тематических слоев необходимо определять исходя из поставленной задачи.*

Ввод информации в таблицу можно осуществить несколькими способами: экспорт из внешних источников БД, автоматический метод (ввод площадей, длин линий, координат), непосредственно ручной ввод. Мы рассмотрим автоматический и ручной ввод информации.

Ручной ввод. а) Данные вводят непосредственно в табличном виде (ячейки как в EXCEL), для чего необходимо в окне **Списка. б)** Перейдя в окно «Карта», необходимо выбрать на панели инструментов **Таблицу** показать кнопку «Информация» (i) и указать курсором в объекте на карте, информация по которому вводится (рис. 47).



Рис. 47

Автоматический ввод. Данный метод обычно применяется в тех случаях, когда необходимо получить данные по большому количеству объектов карты (площади участков, длины дорог, координаты углов поворота землепользований и т. п.), а также ответ на ряд нестандартных вопросов, например о количестве полей, содержащих дерново-подзолистые почвы; общей площади трансформируемых угодий и т. д. Для этого используется специальный язык запросов (SQL), который в данном пособии не рассматривается.

Глава 5. РАЗРАБОТКА СОДЕРЖАНИЯ И ТЕМАТИЧЕСКИХ СЛОЕВ КАРТЫ

■ § 17. Способы изображения тематического содержания

Рассмотрим примеры разработки тематических слоев в наиболее популярных пакетах: ГИС MapInfo и ГИС ArcView.

После того как создана база данных, сформирована атрибутивная информация и заполнены таблицы, приступаем к непосредственному формированию тематических слоев карты.

Как известно, в картографии сегодня насчитывается 11 способов изображения тематического содержания:

1. Значковый способ.
2. Способ линейных знаков.
3. Способ качественного фона.
4. Способ количественного фона.
5. Способ изолиний.
6. Способ локализованных диаграмм.
7. Способ знаков движения.
8. Способ ареалов.
9. Точечный способ.
10. Способ картограммы.
11. Способ картодиаграммы.

Такое разнообразие способов вызвано тем, что различные объекты и явления могут изменяться во времени и пространстве, иметь разный характер распространения, а именно — сплошной повсеместный (воздушные массы, почвы), ограниченный по площади (месторождения полезных ископаемых), рассредоточенный (посевы сельскохозяйственных культур), локализованный по пунктам (промышленные предприятия), линейный или полосной (транспортные пути). Для их отображения на тематических картах используют следующие способы изображения объектов и явлений.

Способ значков (рис. 48, а) применяется для изображения объектов, локализованных в пунктах и не выражающихся в масштабе карты (населенные пункты, промышленные предприятия и т. п.). Различают три вида значков — геометрические (простые и структурные), буквенные и наглядные, которые показывают местоположение объекта, его качественные и количественные характеристики посредством формы, внутреннего рисунка, цвета и размера.

Размеры значков не соответствуют площади, занимаемой на карте объектами, они позволяют только определить местоположение, свойства, динамику объекта.



Рис. 48, а



Рис. 48, б

Способ линейных знаков (рис. 48, б) применяется для изображения на картах различных линейных объектов, практически не имеющих ширины или ширина которых не выражается в масштабе карты. К таким объектам относятся границы, реки, дороги и др. Для передачи качественных и количественных характеристик объектов используют рисунок, цвет, структуру линейных знаков.

Способ качественного фона (рис. 48, в) применяется на картах для подразделения территории на однородные в качественном отношении участки, выделяемые по тем или иным природным, экономическим или политико-административным признакам.

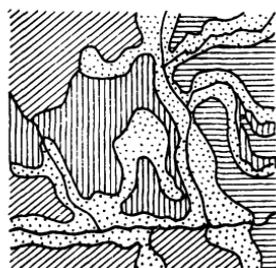


Рис. 48, в



Рис. 48, г

Он используется для характеристики явлений, сплошных на земной поверхности (климат, растительность), занимающих на ней значительные площади (почвенный покров) или имеющих массовое распространение (население). На карте это достигается раскраской площадей различными цветами или различными видами штриховки. Этот способ применяется как основной для оформления почвенных, геоботанических, геологических и других карт.

Способ количественного фона (рис. 48, г) применяется на картах для подразделения территории по одному или нескольким количественным показателям. При этом изображенную на карте территорию разделяют на отдельные участки в соответствии со значениями показателя. Для каждого участка указывают количественную характеристику показателя согласно установленной ступенчатой шкале. Так же, как и для способа качественного фона, на карте используют окраску (или штриховку) площадей участков территории различными цветовыми тонами. В отличие от способа качественного фона окраску выполняют разными по насыщенности тонами одной цветовой гаммы. С увеличением количественного значения показателя увеличивается насыщенность тона. Способ количественного фона применяется, например, на агрохимических картах (содержание в почвах подвижного фосфора, обменного калия и др.).

Способ изолиний (рис. 48, г) применяется для изображения на картах явлений, имеющих сплошное, непрерывное и при этом более или менее плавное распределение на значительной территории. Изолинии — это линии равных значений какого-либо количественного показателя (изогипсы, изотермы, изобаты и т. п.). Это очень удобный, гибкий и высокоинформативный способ изображения. Он позволяет передать не только количественные характеристики явлений, но и их динамику, перемещение, связь одних явлений с другими. Изолинии применяют для реальных непрерывных (рельеф суши и морского дна, температура, количество осадков) и условно-непрерывных (плотность населения, густота овражно-балочной сети) явлений. В этом случае они называются псевдоизолиниями, т. е. изолинии условно-абстрактных расчетных показателей.



Рис. 48, г

Способ локализованных диаграмм (рис. 48, е) — способ изображения, при котором диаграммы привязаны к определенным пунктам. Но при этом характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую к ним территорию. Например, локализованные диаграммы, показыва-

ющие динамику метеорологических явлений. Они относятся к пунктам расположения метеостанций и дают представление о климате данного района.

Способ знаков движения (рис. 48, ж) применяется для отображения на картах пространственных перемещений (морских течений, перевозок и т. п.).

Этим способом можно изображать различные по характеру объекты, например, точечные (движение отдельного корабля), линейные (перемещение атмосферных фронтов), площадные (перемещение ледников), а также направления, количество, скорость перемещения, структуру перевозимого груза и другие данные. Для отображения применяются стрелки и полосы (эпюры) разного цвета, рисунка, ширины.

Способ ареалов (рис. 48, з) применяется в тех случаях, когда необходимо обозначить район, в пределах которого распространены те или иные однородные объекты (полезные ископаемые, сельскохозяйственные культуры, животные и т. д.). Для передачи ареала на карте используют различные приемы: ограничение ареалов сплошной или пунктирной линией, окраску ареала, штриховку, надписи в пределах ареала, отдельный рисунок или иные графические приемы для указания пределов распространения явления.

Точечный способ (рис. 48, и) — способ изображения на картах явлений рассеянного распространения, неравномерно размещенных на обширных площадях.

Для реализации этого способа на карте используют большое число точек. Каждая из них имеет определенный «вес». Например, одна точка соответствует 500 га посевов пшеницы или 1000 голов крупного рогатого скота. Применяя точечные обозначения разно-

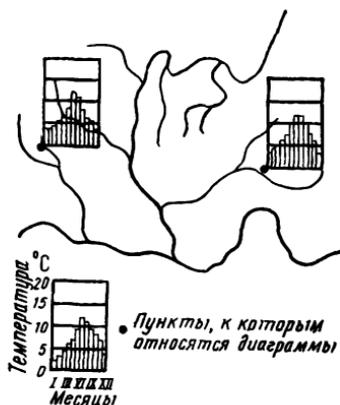


Рис. 48, е

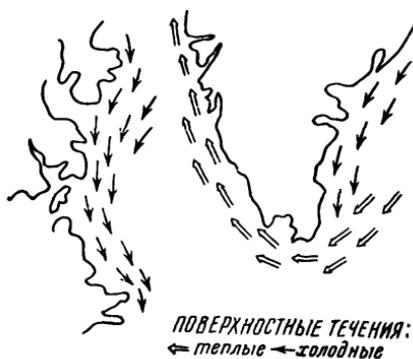


Рис. 48, ж



Рис. 48, з



Рис. 48, и

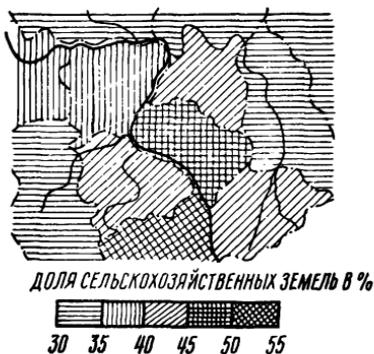


Рис. 48, к



Рис. 48, л

го размера, цвета, имеющие разный вес, отображают на карте достаточно подробно качественно и количественно разные явления, их структуру и размещение на территории.

Способ картограммы (рис. 48, к) применяется для отображения относительных показателей по ячейкам территориального, чаще всего административного деления. Относительными показателями могут быть: густота (поселений, речной сети), плотность (населения), доля (земель, посевных площадей) в общей площади района или сельскохозяйственного предприятия.

Показатели изображаются на карте окраской или штриховкой в пределах административно-территориальных единиц. С увеличением значения показателя увеличивается насыщенность цветового тона.

Способ картодиаграмм (рис. 48, л) применяется для изображения абсолютных показателей в пределах административно-территориальных единиц. Такими показателями могут быть число жителей по районам, сельскохозяйственным предприятиям или площади под сельскохозяйственными угодьями, культурами и т. д. Для графического оформления на карте используются диаграммные знаки в виде окружностей, квадратов или других геометрических фигур, размеры которых зависят от величины показателя.

Картодиаграммы могут быть линейными (столбчатыми), когда длина столбца пропорциональна значению показателя; площадными, когда площади пропорциональны сравниваемым величинам; объемными. Среди выше перечисленных различают структурные картодиаграммы, изображающие составные части показателя, а также совмещенные.

§ 18. Создание тематических слоев в ГИС MapInfo

В MapInfo реализованы только некоторые из способов картографического изображения: способу качественного фона соответствует способ «**Отдельные значения**»; способу картограммы — «**Диапазоны значений**»; точечному способу — «**Плотность точек**»; значковому — «**Размерные символы**»; способу изолиний — «**Поверхность**»; способу картодиаграммы — «**Столбчатые и круговые диаграммы**».

Рассмотрим процесс создание тематических слоев на примере создания тематических карт г. Москвы.

При разработке карты способом «Отдельные значения» MapInfo позволяет тематически выделять точки, линейные и площадные объекты по отдельным значениям из заданного поля таблицы. Программа сопоставляет каждому значению свой цвет, который при желании можно поменять вручную. Выделение можно производить по числовым, или нечисловым значениям, т. е. каждому отдельному значению сопоставляется свой цвет. Способ применяется при составлении карт растительности, почвенных, землеустройства, административных и др. Административные округа, изображенные на приведенном ниже слое карты, показаны цветом (на рисунке — оттенки серого). Данный слой был создан путем автоматического присвоения цветового тона каждому значению (названию округа), в атрибутивной таблице слоя «автономные округа» (рис. 49).

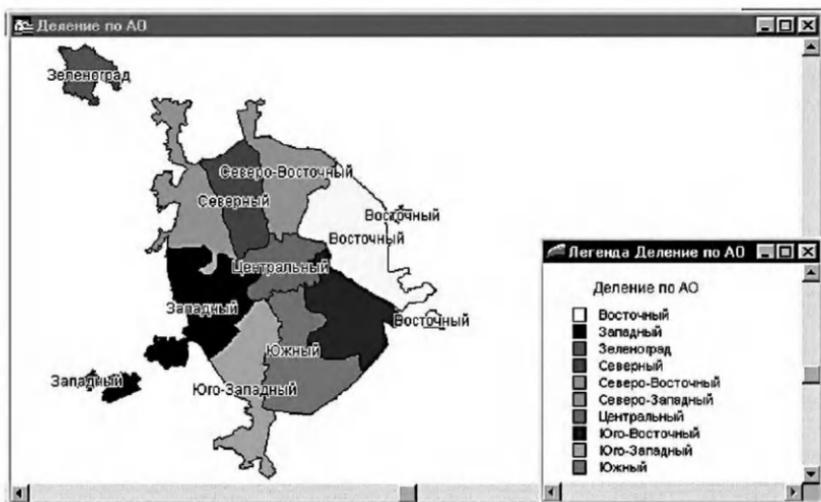


Рис. 49. Слой карты «Отдельные значения»

При использовании способа «Диапазоны значений» MapInfo группирует записи с близкими значениями тематической переменной и присваивает созданным группам единые цвета, типы символов или линий. Способ «Диапазоны значений» также применяется в тех слу-

чаях, когда размер областей не связан напрямую с соответствующими этим областям числовыми значениями. Способ используется при изображении на картах относительных картографических показателей по административным или территориально-хозяйственным единицам, т. е. при составлении карт распаханности, плотности населения, доли земель в общей площади района или области, а также агрохимических карт по хозяйственным или территориальным единицам и др.

Слой карты «Диапазоны значений», показанный на рис. 50, отображает ставки земельного налога по территориальным экономическим зонам г. Москвы. Цвета были подобраны таким образом, чтобы информация легко читалась.

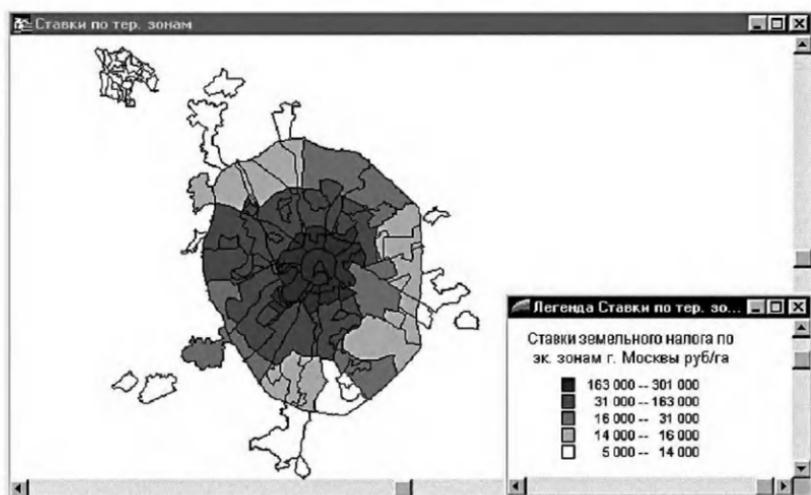


Рис. 50. Слой «Диапазоны значений»

При разработке слоя способом «Поверхность» MapInfo отображает тематические данные в виде растровой поверхности с непрерывной цветовой раскраской карты. Тематические карты поверхности используются во многих геоинформационных системах и других программах, где точечные данные имеют какое-либо числовое значение, относящееся к месту дислокации этих точек. Например, можно использовать тематическую растровую поверхность для иллюстрации изменений температуры, толщины снежного покрова или изображения рельефа топографической поверхности.

Приведенный ниже пример показывает участок рельефа, изображенный изолиниями с послойной окраской (рис. 51).

При разработке легенды типа «Размерные символы» используются символы разного размера для показа различных значений.

Слой с типом легенды «Размерные символы», приведенный ниже, показывает общую площадь земель по административным округам г. Москвы (рис. 52).



Рис. 51. Слой карты с типом легенды «Поверхность»

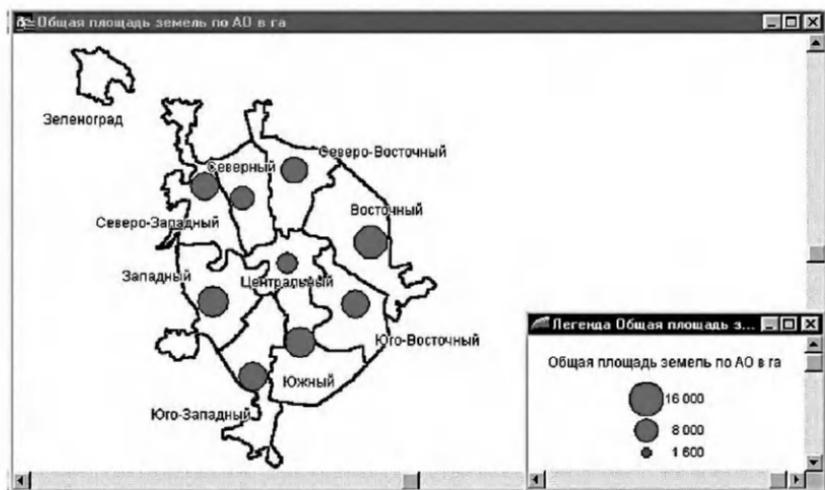


Рис. 52. Слой карты «Размерные символы»

Слой «Размерные символы», можно использовать для любых типов графических объектов на карте. Наилучшим образом этот тип подходит для отображения числовых данных.

При создании карты способом «Размерные символы» можно настраивать три следующие атрибута: цвет, тип и предельные допустимые размеры символов. Чтобы изменить любой из этих атрибутов, надо нажать на кнопку символа в диалоге «Настройка размерных сим-

волов». Появится диалог «Стиль символа». Стандартный вид размерных символов — красные кружочки. При настройке допустимых размеров символов появляются окошки, содержащие значения данных, и соответствующие им размеры символов. При построении карты используются все размеры символов от нуля до максимального указанного размера. Чтобы малым значениям соответствовали более крупные символы, следует увеличить максимальный допустимый размер символов. Можно отображать символами даже отрицательные значения. В отдельном окошке можно выбрать символы, которые бы отличались по виду от символов, сопоставляемых записям с положительными значениями. При этом появляется новый диалог «Стиль символа», в котором можно выбрать тип символа, изменить его цвет и/или допустимый размер. Стандартный вид размерных символов, изображающих отрицательные значения — синий кружок. Способ используется при составлении карт численности населения по городам или округам, типов промышленного производства в городах и поселениях и др.

Тип «Плотность точек» используется, чтобы отобразить на карте данные, сопоставленные с некоторой областью или территорией. Общее число точек внутри каждой из областей обозначает значение, которое соответствует этой области. Карта со слоем «Плотность точек», приведенная ниже, показывает сумму поступивших платежей за аренду земельных участков по административным округам г. Москвы. В этом слое объекты, представленные точками, показывают расположение и характеризуют количество поступивших платежей в каждом округе (рис. 53). Способ также используется для создания карт посевов сельскохозяйственных культур, карт населения, животноводства и др.

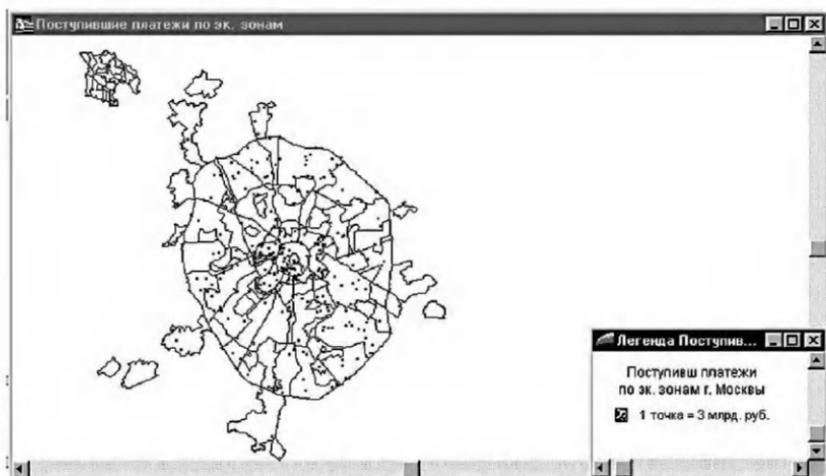


Рис. 53. Слой карты «Плотность точек»

При создании тематической карты методом «Плотность точек» можно регулировать значение, изображаемое одной точкой, вводя понятие «веса» точки. Точки внутри областей расставляются случайным образом.

Тип «Столбчатые диаграммы», позволяет изобразить на тематической карте несколько тематических переменных одновременно. На такой карте для каждого графического объекта строится своя столбчатая диаграмма, которая привязывается к центру данного ареала, и позволяет сравнивать значения нескольких тематических переменных, изображенных разными столбцами на графике.

На слое карты «Столбчатые диаграммы», приведенном ниже, отображено распределение штрафных санкций за земельные нарушения по административным округам г. Москвы. Цветом столбца в диаграмме обозначают различные платежи, а высота столбца — размер платежа (рис. 54). Способ используется для изображения таких показателей, как площадь под угольями или отдельными культурами, для характеристики сбора валовой продукции сельскохозяйственных культур по районам области и др.

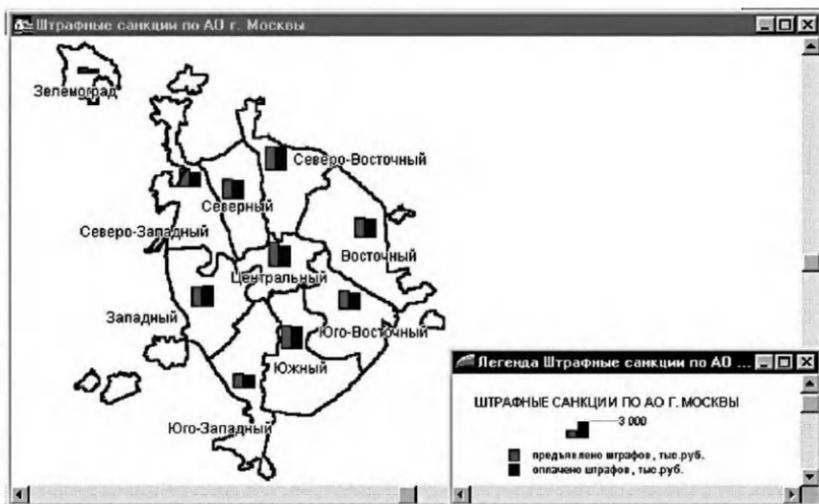


Рис. 54. Слой карты с типом «Столбчатые диаграммы»

Цвет каждого столбца на диаграмме можно подбирать или создавать и закрашивать фоновым цветом рамку вокруг каждого графика. Кроме того, можно изменять ориентацию столбцов, например, делать их горизонтальными, а не вертикальными (вертикальная ориентация является стандартной). Можно задавать сдвиг диаграммы по отношению к центроиду (центру тяжести фигуры) ареала: непосредственно в точке центраида (стандартный режим), или еще в восьми возможных позициях. Можно также изменять вид диаграмм; кроме того, для разных столбцов можно задавать различные их размеры.

Местоположение центроида, т. е. точки, в которой будет размещен диаграммный знак, MapInfo определяет автоматически.

Тип «Круговые диаграммы» позволяет анализировать значения нескольких тематических переменных одновременно. На такой карте значения переменных определяют величину соответствующего сегмента диаграммы, его можно сравнивать с другими сегментами в той же диаграмме или с аналогичными сегментами в других диаграммах (рис. 55).

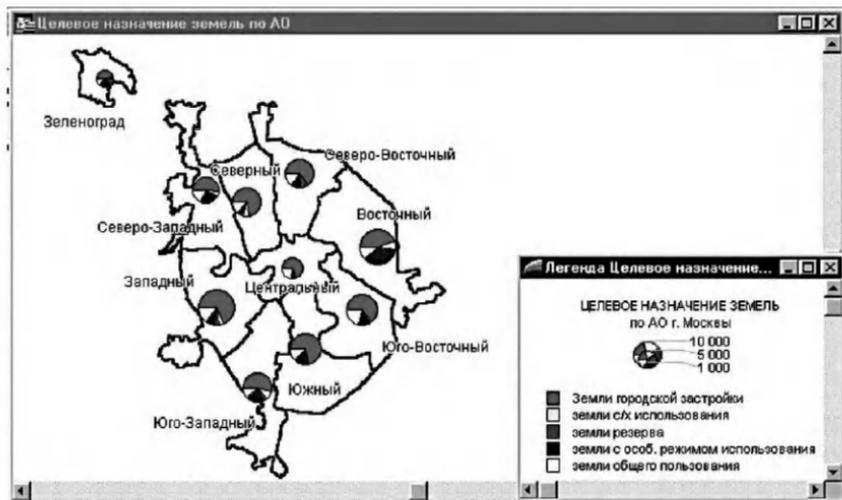


Рис. 55. Слой карты с типом «Круговые диаграммы»

На слое с типом «Круговые диаграммы», приведенном на рис. 55, отображено целевое назначение земель по административным округам г. Москвы. Размер кружка показывает общую площадь земель в районе. Сектора в диаграмме обозначают различные категории земель, а площадь сектора обозначает относительную площадь этих земель в общей структуре землепользования.

Круговые и столбчатые диаграммы активно используются, в частности, в демографическом анализе. Пользователь может настраивать цвета всех секторов круговой диаграммы так же, как и тип границ секторов и всей диаграммы. Можно задавать угол, определяющий начальное положение первого сектора диаграммы, а также в каком порядке следуют сектора по ходу часовой стрелки или против. Как и для столбчатых диаграмм, для круговых диаграмм можно задавать расположение. Стандартным расположением является точка центроида. Можно установить флажок **Калибровать** или **Полукруг**. Флажок **Калибровать** означает, что размер секций на круговой диаграмме будет изменяться в зависимости от суммы значений ее компонент. Флажок **Полукруг** задает режим показа, при котором сектора выделяются из полукруга, а не из полного круга.

Под термином «Настройки» в MapInfo понимается процедура разработки числовых и графических шкал, а также определение стилей оформления объектов, принадлежащих каждому диапазону.

§ 19. Разработка числовых шкал легенды

В зависимости от метода создания карты и выбранного способа изображения тематического содержания, полуавтоматическая разработка числовых шкал легенды в MapInfo возможна следующими пятью методами: «Равное количество записей», «Равный разброс значений», «Естественные группы», «На основе дисперсии» и «Квантование». Диапазоны можно также задать «Вручную».

Метод **«Равное количество записей»** создает диапазоны с одинаковым числом записей в каждом из них в зависимости от установленного порядка округления, т. е. в каждый диапазон будет включено примерно равное число картографируемых показателей.

Метод **«Равный разброс значений»** разбивает записи на диапазоны, исходя из разброса значений данных. Например, в таблице содержатся значения от 1 до 100. Пусть вы хотите создать тематическую карту с четырьмя одинаковыми по разбросу значений диапазонами. MapInfo выделит следующие диапазоны: 1 – 25, 26 – 50, 51 – 75 и 76 – 100.

Методы **«Естественные группы»** и **«Квантование»** позволяют анализировать неравномерно распределенные данные. В режиме «Естественные группы» диапазоны создаются с помощью алгоритма, использующего среднее значение в каждом диапазоне для того, чтобы добиться наиболее равномерного распределения данных в пределах каждого диапазона. Значения распределяются таким образом, чтобы среднее значение в каждом диапазоне было как можно ближе к каждому из значений в данном диапазоне. Таким образом можно характеризовать диапазоны по их средним значениям, а значения данных в диапазонах сгруппированы как можно более компактно.

Метод **«Квантование»** позволяет строить диапазоны, определяющие распределение тематической переменной по некоторому сегменту данных. Например, можно применить режим «Квантование» к населению области по отношению к численности городского населения, чтобы показать, как распределено городское население на территории России. При этом в легенде не будет указано, что используется режим «Квантование» для построения диапазонов. Легенду можно будет настроить так, чтобы она содержала название поля, которое использовалось для построения диапазонов.

При использовании метода **«На основе дисперсии»** два средних диапазона разделяет среднее значение, а размер этих диапазонов равен стандартному отклонению (дисперсии).

Кроме того, можно самому определить диапазоны методом «Вручную».

При составлении карты необходимо выбрать один из предложенных методов; например, при составлении карты по способу «Диапазоны значений» использовать метод «Равное количество записей», для чего:

1. Выполните команду **Карта > Создать тематическую Карту**, и на экран будет выведен диалог «Создание тематической Карты — Шаг 1 из 3».
2. Нажмите на кнопку «Диапазоны» и кнопку «Дальше», на экран будет выведен диалог «Создание тематической Карты — Шаг 2 из 3».
3. Выберите таблицу, объекты которой будут выделены, и выберите поле или составьте выражение, значения которого будут использоваться как значения тематической переменной.
4. Нажмите на кнопку «Дальше», и на экран будет выведен диалог «Создание тематической Карты — Шаг 3 из 3». Задайте настройки тематической карты и ее легенды.
5. Нажмите на кнопку «ОК». В окне карты будет создан тематический слой.
6. Нажмите на кнопку «Диапазоны» для вывода диалога «Настройка диапазонов».
7. Выберите метод разделения диапазонов (например, метод «Равное количество записей») и сделайте другие сопутствующие изменения.
8. Нажмите на кнопку «Пересчет».
9. Если значения диапазонов вас устраивают, нажмите на кнопку «ОК». Иначе повторите пункты 6 и 7.

Графическая шкала к рассчитанной таким образом числовой шкале в MapInfo подбирается автоматически.

Для настройки стилей диапазонов:

После окончания диалога «Создание тематической Карты — Шаг 3 из 3»;

1. Нажмите на кнопку «Стили» для вывода диалога «Настройка стиля Картограммы».
2. Нажмите на кнопку «Дальше» для раскрытия диалога полностью.
3. Выберите кнопку того диапазона, стиль которого хотите изменить и сделайте нужные изменения;
4. Нажмите на кнопку «ОК».

Настройка легенды тематической карты

MapInfo создает легенду автоматически при создании тематической карты. Вы можете использовать стандартную настройку легенды или изменить ее. Для вызова диалога, в котором можно изменить легенду, надо нажать на кнопку «Легенда» в диалоге «Создание

тематической Карты — Шаг 3 из 3» и выполнить необходимые действия (задать шрифт заголовка и подзаголовка легенды карты, подписи диапазонов или других показателей).

§ 20. Компоновка карты и формирование макета печати

В MapInfo компоновка выполняется в окне **Отчета**. В окне **Отчета** можно размещать окна **Карт, Списков, Легенд, Графиков**, а также наносить разнообразную текстовую и графическую информацию (нарисовать штамп, рамку и т. д.), и впоследствии использовать этот отчет как шаблон. Между окном **Отчета** и окнами, отображенными в нем, существует динамическая связь — все изменения, происходящие в этих окнах, сразу отображаются в окне **Отчета**, причем в MapInfo можно создавать отчеты размером в несколько страниц распечатки.

После внесения в макет всех необходимых компонентов будущей карты, его можно вывести на принтер или другое доступное для печати устройство.

Для создания нового отчета необходимо выполнить команду «**Окно**» — «**Новый отчет**». В диалоге необходимо указать «**Рамку, содержащую окно...**» (оставляем параметр по умолчанию) (рис. 56).

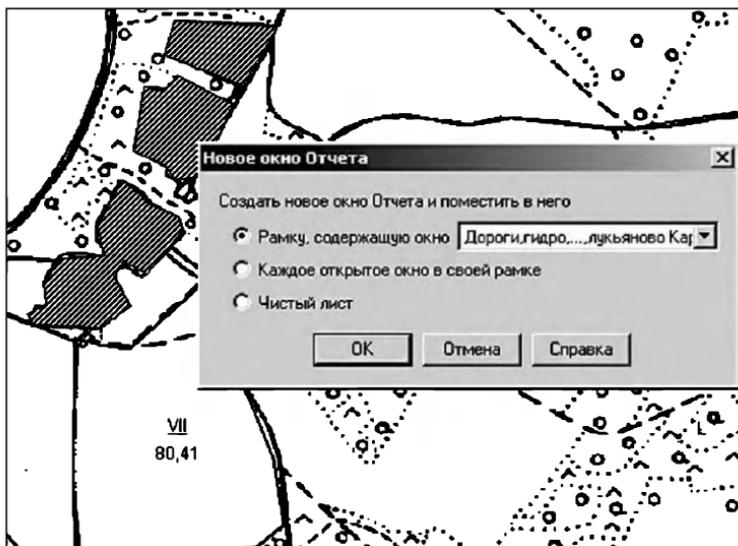


Рис. 56

В результате откроется окно «**Отчета**», представляющее собой макет страницы печати. Добавление новых элементов отчета производится при помощи кнопки «**Рамка**» и указания границ рамки в окне макета (рис. 57).

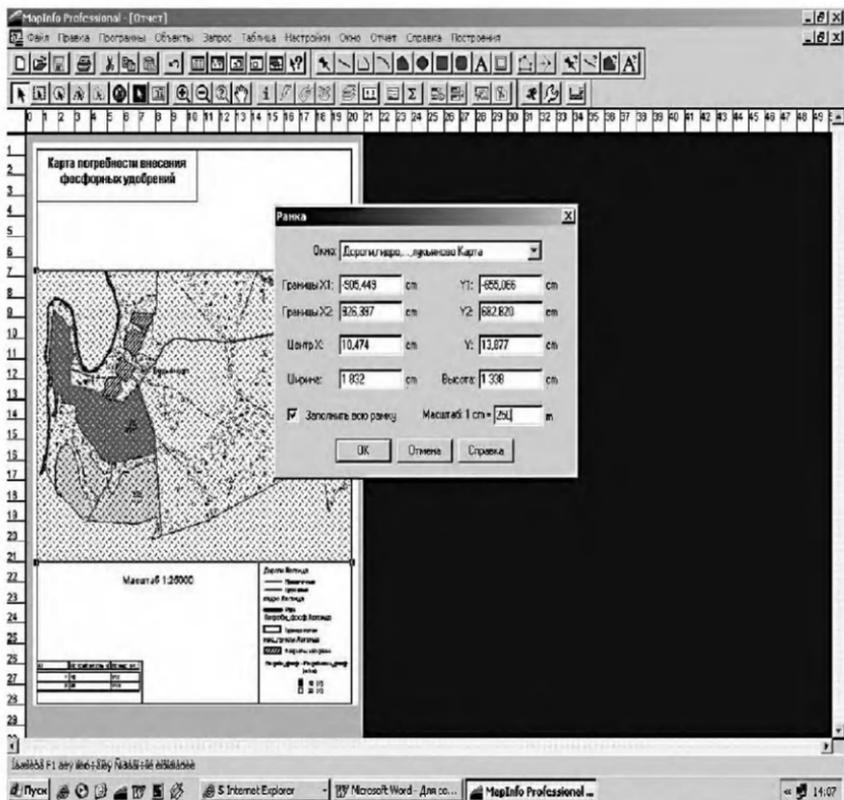


Рис. 57

Замечание: Для задания точного масштаба отображения карты необходимо дважды щелкнуть в контуре рамки, в которой содержится карта и в нижнем правом углу диалога указать значение масштаба. Также, если щелкнуть правой кнопкой мыши в окне отчета, то появятся дополнительные возможности настройки Макета печати. Если единицы измерения макета не метры, то необходимо войти в меню **Настройки–Режимы–Система** и выполнить необходимые установки.

§ 21. Создание тематических слоев в среде ГИС ArcView

Можно отметить, что в описываемых пакетах следующие предлагаемые методы разработки тематических слоев схожи: «Отдельные (индивидуальные) значения» в MapInfo и «Уникальное значение» в ArcView, «Диапазоны значений» в MapInfo и «Цветовая шкала» в ArcView, «Размерные символы» в MapInfo и «Градуированный сим-

вол» в ArcView, «Плотность точек» в MapInfo и «Плотность точек» в ArcView, «Столбчатые диаграммы» и «Круговые диаграммы» в MapInfo, и «Локализованные диаграммы» в ArcView. Отличие состоит в том, что помимо выше перечисленных типов легенд, в MapInfo можно создавать карты с типом легенды «Поверхность».

При разработке слоя «Уникальные значения» используются различные цвета для каждого объекта. Слой «Уникальные значения» используется при картографировании трех типов атрибутов: атрибутов, которые обозначают название, тип, состояние или категорию объекта, атрибутов, представляющих собой размеры или количественные характеристики, которые уже классифицированы (например, «0 – 99», «100 – 199»); атрибутов, которые описывают уникальность объектов (например, названия регионов могут использоваться для создания карты, на которой каждый регион показан различным цветом).

Автономные округа, изображенные на приведенном ниже слое карты, показаны цветом. Данный слой был создан путем автоматического присвоения цвета каждому округу в атрибутивной таблице слоя «автономные округа» (рис. 58).



Рис. 58. Слой карты «Уникальное значение»

При разработке слоя «Цветовая шкала» цвета объектов изменяются, согласно значениям определенного атрибута. Карты с цветовой шкалой обычно используются для изображения ранжированных данных (например, от 1 до 10, низкий — высокий) или данных, представленных в виде цифровых прогрессий (например, размеры, ранги, проценты).

Слой карты «Цветовая шкала», показанный на рис. 59, отображает ставки земельного налога по автономным округам. Цвета были подобраны таким образом, чтобы информация легко читалась.



Рис. 59. Слой карты «Цветовая шкала»

Слой карты «Градуированный символ» похожи на слои предыдущей карты, за исключением того, что изменяется также размер точечных символов или толщина линии. Как и слои карты «Цветовая шкала», слои карты «Градуированный символ» используются для изображения рангов или прогрессий.

При создании слоя карты «Градуированный символ» важно тщательно выбрать диапазон размеров символов. Символы наибольшего размера должны быть такими, чтобы соседствующие символы не перекрывали полностью друг друга. В то же время диапазон в размере от самого маленького до самого большого должен быть достаточным, чтобы каждый класс символов был отличим от других.

Слой «Градуированный символ», приведенный ниже, показывает объемы продаж земли в различных административных округах г. Москвы (рис. 60).

Карты с тематическим слоем «Плотность точек» используются при необходимости связать плотность (частоту) возникновения каких-либо явлений с количественными характеристиками. Различия в численности населения разных стран легко могут быть показаны с помощью цветовой шкалы на картах населения.

Карта со слоем «Плотность точек», приведенная ниже, показывает начисление платежей по административным округам г. Москвы (рис. 61).

ArcView расставляет точки внутри полигона случайным образом.

В картах с тематическим слоем «Локализованная диаграмма» для изображения данных используются круговые или столбчатые диаграммы. Картографирование с помощью диаграмм позволяет отображать множество атрибутов на одной карте, также как и показывать связи различных атрибутов между собой.

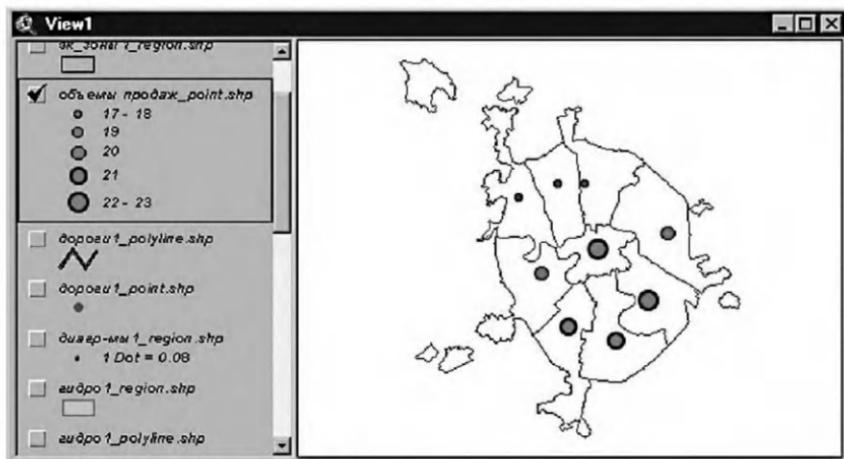


Рис. 60. Слой карты «Градуированный символ»

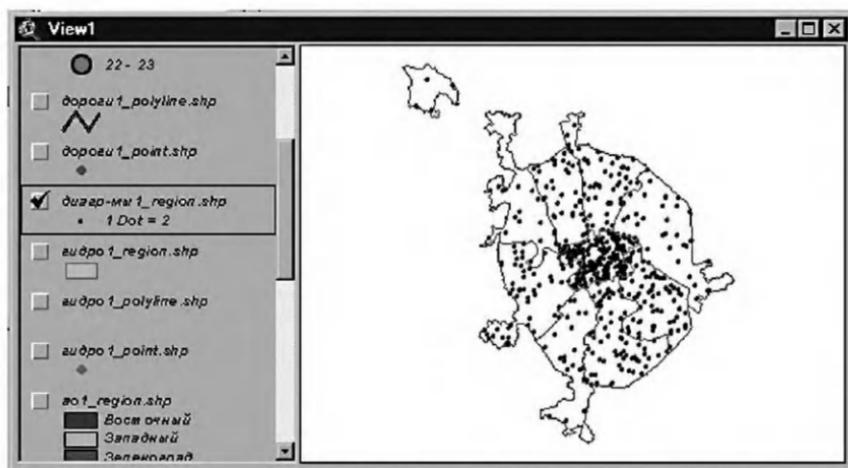


Рис. 61. Слой карты «Плотность точек»

На слое «Локализованная диаграмма», приведенном ниже на рис. 62, отображено распределение арендных платежей по административным округам г. Москвы. Столбцы в диаграмме обозначают различные платежи, а высота столбца — размер платежа.

На слое «Локализованная диаграмма» с круговыми диаграммами, приведенном на рис. 63, отображено использование земельного фонда по административным округам г. Москвы. Размер кружка показывает общую площадь земель в районе. Сектора в диаграмме обозначают различные категории земель, а угол сектора обозначает относительную площадь этих земель в общей структуре землепользования.

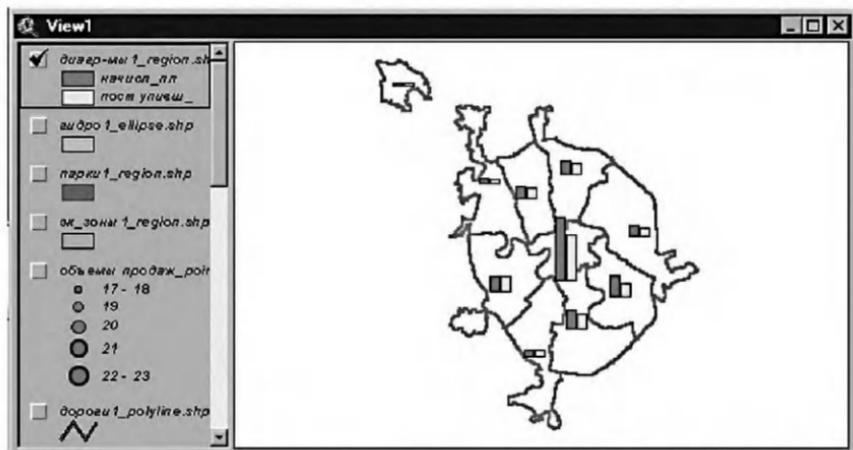


Рис. 62. Слой «Локализованная диаграмма» со столбчатыми диаграммами

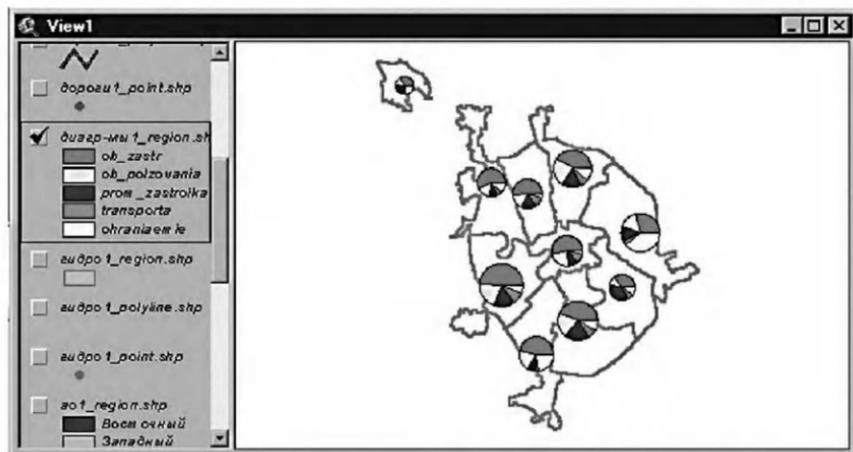


Рис. 63. Слой «Локализованная диаграмма» с круговыми диаграммами

§ 22. Дополнительные возможности пакета MapInfo. Программные средства генерализации

Программными средствами MapInfo можно осуществлять сглаживание углов ломаных линий и автоматическую генерализацию полигонов и ломаных линий.

С помощью команды «Сгладить углы» можно преобразовывать углы ломанной в дуги. MapInfo сглаживает ломанную таким образом, что она будет представлять собой непрерывную линию с закруглениями вместо углов. Чтобы сгладить углы линии, сначала нужно

выбрать ломаные линии, углы которых мы хотим сгладить, а затем выбрать в главном меню пункт «Объекты» > «Сгладить углы».

Генерализация полигонов и полилиний в MapInfo выполняется с помощью меню «Совмещение и генерализация» (рис. 64).

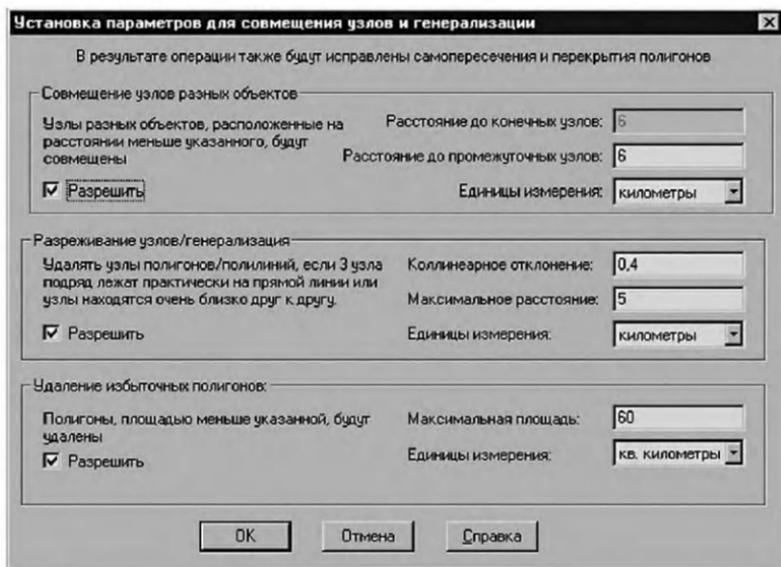


Рис. 64

Меню «Совмещение и генерализация», в котором можно устанавливать цензы на:

Совмещение узлов разных объектов, расположенных на расстоянии меньше указанного. Если узлы, принадлежащие разным объектам, расположены близко друг к другу, то они будут совмещены, в результате этой операции будет сокращено число перекрытий и пустот между полигонами, а также будут исправлены «недоводы».

Удаление узлов, лежащих на прямой линии или на расстоянии меньше указанного друг к другу. В ходе операции происходит обобщение контуров объектов с сохранением их характерных форм. Если два последовательных узла расположены на расстоянии меньшем, чем указанное значение, то один из узлов будет удален.

Удаление полигонов меньше указанной максимальной площади. В ходе операции удаляются полигоны, площадь которых меньше заданной.

Чтобы вызвать меню «Совмещение и генерализация», сначала нужно выбрать полигоны и полилинии, которые мы хотим генерализовать (можно выбрать весь слой), затем выбрать в главном меню пункт «Объекты» > «Совмещение и генерализация», появится меню «Совмещение и генерализация», в котором сначала нужно установить используемые цензы, допуски, а затем нажать на кнопку «ОК».

Пример генерализации объектов и сглаживания ломаных линий приведен на (рис. 65 и рис. 66).

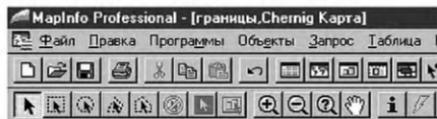


Рис. 65

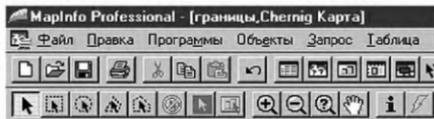


Рис. 66.

Генерализацию можно применять только для объектов, находящихся в одном слое. Вследствие действия функции генерализации «Совмещение узлов разных объектов» граница объекта, площадь которого меньше, притягивается к границе более крупного объекта, а не объединяется с ним в один объект. Для того чтобы объединить объекты, нужно выбрать в главном меню пункт «Объекты» > «Объединить»; появится меню «Обобщение данных», в котором нужно выбрать правила, по которым будет объединяться информация об этих объектах в базе данных, затем нажать на кнопку «ОК».

Методы обобщения данных объектов:

Пусто — в выбранные колонки помещается пустое значение (чтобы очистить все колонки, нужно установить флажок «Нет данных»);

Значение — помещает значение, которое вводится в окошко рядом в поле новой записи;

Сумма — используется для численных полей для суммирования всех значений из обобщаемых записей;

Среднее — используется для численных полей. Вычисление средней величины из значений обобщаемых записей. Если Вы выбрали этот метод и оставили в меню «Вес» слово «нет», то MapInfo вычисляет простое среднее значение. Если выбрать в этом меню колонку, то значения из нее будут использоваться как коэффициенты для вычисления взвешенного среднего значения;

Вес — меню становится доступным если выбран метод «Среднее». В списке можно выбрать колонку, из которой будут браться

весовые коэффициенты для вычисления взвешенной средней величины. Значение из каждой записи умножается на значение из весовой колонки этой же записи. После этого произведения складываются и сумма делится на количество обобщаемых записей. Получается взвешенное среднее число. Для вычисления стандартной средней величины надо установить в меню «**Вес**» слово «Нет».

Следует отметить, что возможности программы по генерализации объектов довольно-таки спорны. Удаление объектов по площади меньше указанного ценза программа выполняет хорошо, но остальные операции очень часто проводятся некорректно. Чтобы достичь более приемлемых результатов, нужно проводить генерализацию каждого объекта отдельно и «вручную», с помощью инструментов редактирования исправлять ошибки, а это во многих случаях неприемлемо.

§ 23. Проверка топологической корректности векторных данных

В системе MapInfo имеется возможность проверки топологической корректности полигонов и топологической коррекции объектов.

Проверка топологической корректности полигонов позволяет определять уровень согласования, в пределах которого необходимо выделять все пересечения и «недоводы», которые встречаются на границе смежных областей.

Проверка топологической корректности полигонов осуществляется с помощью меню «**Проверка полигонов**», в котором можно активизировать следующие функции:

Определение самопересечений. При установке флажка в этом пункте меню места возникновения самопересечений полигонов (узлы пересечений линейных сегментов, принадлежащих одному полигону) помечаются специальным символом.

Определение перекрытий. Если в этом пункте меню установлен флажок, то программа будет находить перекрытия площадных объектов. Вы можете выбрать стиль полигона (заливку и тип границы), которым будут отображаться перекрытия на карте.

Определение пустот между полигонами. При установке флажка в этом пункте меню пустоты между полигонами (замкнутые области, не содержащие объектов), которые меньше площади указанной в меню, будут отражаться на карте специальным образом.

Пример проверки топологической корректности полигонов приведен на рис. 67.

Топологическая коррекция объектов осуществляется с помощью меню «**Топологическая коррекция объектов**».

Операция «**Удаление перекрытий**» аналогична функции проверки регионов, в результате проверки все пересечения удаляются. Операция «**Удаление пустот между полигонами**» позволяет авто-

матически совмещать узлы объектов, которые, по различным причинам не были совмещены или имеют самопересечения, удалять лишние узлы в объекте, если они не несут топологической нагрузки, например, располагаются на прямой линии.

Пример топологической коррекции объектов приведен на рис. 68.

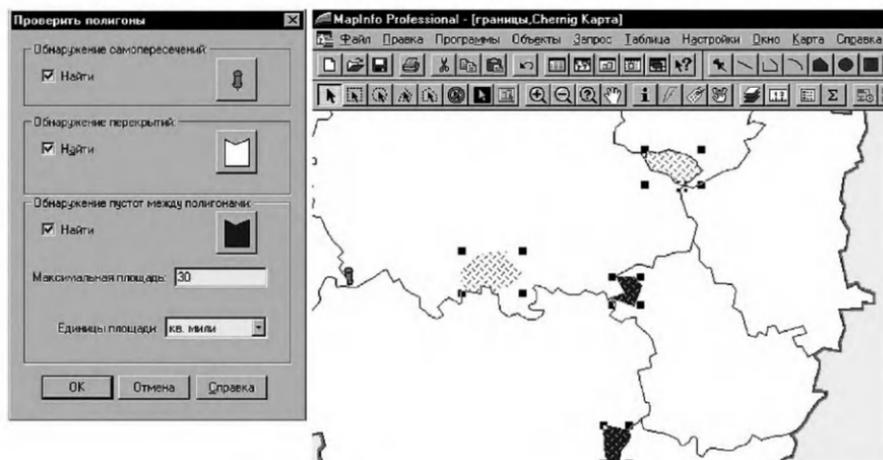


Рис. 67. Проверка топологической корректности полигонов

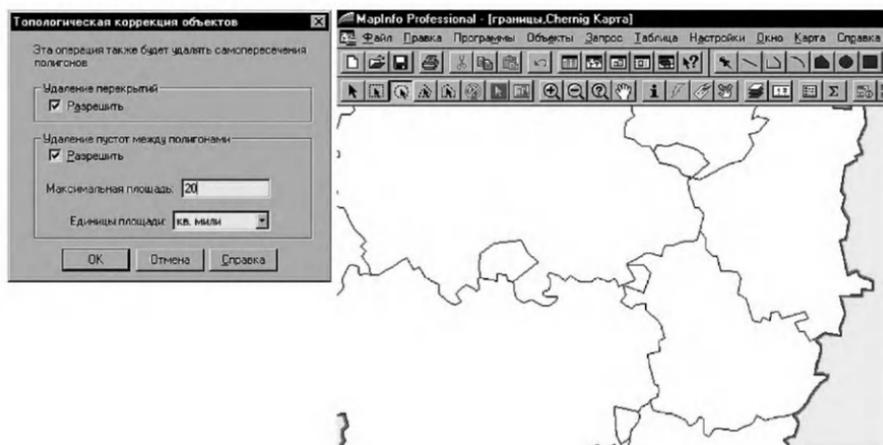


Рис. 68. Топологическая коррекция объектов

Итак, изложенный в пособии алгоритм создания тематических карт позволяет в полной мере освоить все этапы технологической схемы получения электронной карты, однако в период работы вы можете встретиться с ситуациями, когда потребуются консультации инженера-программиста. Многие вопросы в данном пособии освещены довольно кратко, некоторые из них опущены вовсе и рассматриваются в специальных курсах.

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОГО КАДАСТРА

§ 24. Вопросы информационного обеспечения кадастра

Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления — геоинформационного или, как его еще называют, ГИС-картографирования, суть которого составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование природных и социально-экономических геосистем на основе ГИС и баз данных [1].

Четкая целевая установка и преимущественно прикладной характер — наиболее важные отличительные признаки геоинформационного картографирования. Согласно подсчетам, до 80 % карт, составляемых с помощью ГИС, являются оценочными или прогнозными, либо отражают то или иное целевое районирование территории.

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

Происходит соединение двух ветвей картографии: создания и использования карт.

Многие трудоемкие прежде операции, связанные с подсчетом длин и площадей, преобразованием изображений или их совмещением, стали примитивными процедурами.

Создание и использование карт, в том числе цифровых моделей, стало единым интегрированным процессом, поскольку в ходе компьютерного анализа происходит постоянное взаимное трансформирование изображений.

На основе ГИС-технологий сформировалось новое направление — оперативное картографирование, т. е. создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени для своевременного информирования пользователей и воздействия на ход процесса. При этом под реальным масштабом времени пони-

мают скорость создания-использования карт, т. е. темп, обеспечивающий немедленную обработку поступающей информации, ее картографическую визуализацию для оценки, мониторинга, управления, контроля процессов и явлений, изменяющихся во времени.

Оперативные карты предназначены для инвентаризации объектов, предупреждения о неблагоприятных или опасных процессах, слежения за их развитием, составления рекомендаций и прогнозов, выбора вариантов контроля, стабилизации или изменения процессов в самых разных сферах — от экологических ситуаций до политических событий. Исходные данные для оперативного картографирования — материалы аэрокосмических съемок, непосредственных наблюдений и замеров, кадастровая и мониторинговая информация, статистические данные, результаты опросов, переписей, референдумов.

Создание и ведение кадастров всех видов остается одной из важнейших проблем управления всеми ресурсами страны на современном этапе. Данные кадастров необходимы для информационного обеспечения хозяйственной деятельности в различных субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях, экологического мониторинга и рационального использования земли и других природных ресурсов.

Уровень и объемы имеющейся сейчас информации о происходящем на Земле настолько велики, что уже невозможна ее обработка, анализ и понимание без современных аппаратно-программных средств. Поэтому становится крайне очевидной создание и всемерное внедрение автоматизированных систем для ведения кадастров всех уровней на основе современных компьютерных технологий и телекоммуникаций как единого комплекса для получения полной информации об окружающем мире, имеющихся ресурсах, возможностях и тех последствиях, которые оказывает на мир деятельность человека.

Поскольку кадастр оперирует с данными и информацией, имеющими пространственную привязку, то взаимосвязь задач по его автоматизации с проблематикой ГИС очевидна.

Набор функциональных компонент информационных систем кадастрового назначения должен содержать эффективный и быстродействующий интерфейс, средства автоматизированного ввода данных, адаптированных для решения соответствующих задач системы управления базами данных, широкий набор средств анализа, а также средств генерации изображений, визуализации и вывода картографических документов.

При выборе программных продуктов необходимым условием является обеспечение устойчивых связей с различными системами через файловые стандарты обмена геометрическими и тематическими данными. С учетом фактора постоянной модернизации аппаратных

средств информационных систем и модификации программных средств, необходимым условием функционирования систем является обеспечение сохранности и переносимости данных в новые программно-аппаратные среды.

Конечным продуктом при ведении государственных кадастров должны быть банки кадастровой информации, а также различные плано-картографические материалы в электронном виде или на бумажных носителях. Пользователями информации, хранящейся в таких банках данных, могут быть органы управления территориями, администрации городов, областей, краев, республик в составе Российской Федерации и Федеральные органы управления.

Для того чтобы возможности банков данных эффективно использовались органами управления, необходимо соблюдение трех условий.

1. Любой банк кадастровых данных должен содержать достоверную и полную информацию о кадастрах.

2. Доступ заинтересованных служб к кадастровой информации, хранящейся в банках данных, должен быть мгновенным, что достигается благодаря терминальной связи между банками данных и соответствующими службами.

3. Форматы и классификаторы банков данных всех объектов кадастровой информации должны быть едиными.

Однако до сих пор, несмотря на принятые в последнее время и вступившие в законную силу Федеральные законы и другие нормативные акты, регулирующие вопросы создания и ведения различных видов кадастра, предлагаются различные варианты классификаций и группировок кадастров.

Например, предлагается в состав системы государственных кадастров включить следующие основные группы:

- кадастры природных ресурсов (земельный, водный, лесной, месторождений полезных ископаемых, минерально-сырьевых ресурсов, экологический, растительного и животного мира и др.);
- кадастры объектов недвижимости (инженерных сетей и коммуникаций, жилых и нежилых строений, транспортных магистралей, улично-дорожных сетей и др.);
- регистры/реестры (населения, предприятий, административно-территориальных образований). Говорится также и о весьма комплексных кадастрах — природоохранном, градостроительном, урбоэкологическом и, наконец, комплексном территориальном.

Серьезные осложнения вызывает рассмотрение вопроса о том, какие общие черты присущи разным видам кадастров, какие общие требования они предъявляют к функциональности программного обеспечения, а также множественность используемых при обсуждении ведомственных и специальных терминов. Абсолютно иден-

тичные, с точки зрения геоинформатики, типы пространственных объектов и операций с ними могут иметь совершенно различные наименования в разных предметных областях, служить разным со-держательным целям и задачам.

Огромное число имеющихся в настоящее время ГИС также за-ставляют пользователя решать непростую задачу по выбору того или иного программного продукта для достижения поставленных задач. Поэтому постараемся далее выявить и обозначить некоторые общие черты различных видов кадастров с точки зрения требований к про-граммной среде и ГИС.

Поскольку базовыми для любого кадастра являются функции учетные, инвентаризационные, правомерно будет в качестве основ-ного требования, предъявляемого к ГИС, рассматривать вопросы качества представления графической информации в виде банка ка-дастровых электронных карт.

Один из наиболее распространенных видов ГИС в науках о Зем-ле — ресурсные (в том числе земельно-информационные), предна-значенные для инвентаризации и оценки земель, их рационального использования и охраны.

Реформирование земельных отношений потребовало быстрого решения задач по изготовлению и обновлению планово-картогра-фического материала о состоянии и использовании земель по всем категориям и формам собственности для создания и ведения госу-дарственного земельного кадастра как основы для формирования рынка земли, эффективного управления объектами недвижимости.

В этих условиях особенно возросла роль информационного обес-печения задач по управлению земельными ресурсами, что потребо-вало активизировать разработку, создание и внедрение новых совре-менных технических средств и технологий получения информации о земельных ресурсах страны.

При проведении кадастровых работ в Российской Федерации картографические документы используются как носители первичной информации о земельных участках и связанных с ними зданиями, сооружениями и объектами незавершенного строительства, а также как экспертные документы для пространственного отражения их месторасположения. Поэтому повышение статуса картографической информации, утверждение картографических документов как обя-зательных в составе документов любого вида кадастра — важнейшее требование, без выполнения которого невозможно эффективное использование получаемой информации в реализации экономической и правовой составляющих земельных отношений (исчисление плате-жей за землю, установление залоговых ставок, регистрация прав на недвижимость и др.).

С 1 марта 2008 года вступил в силу Федеральный закон от 24.07.2007г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости». В статье 1

ФЗ определено, что государственный кадастр недвижимости (ГКН) является систематизированным сводом сведений об учтенном в соответствии с настоящим Федеральным законом недвижимом имуществе, а также сведений о прохождении Государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектами Российской Федерации, границах муниципальных образований, границах населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий, иных предусмотренных данным Федеральным законом сведений. Объектами государственного кадастрового учета являются земельные участки, здания, сооружения, помещения, объекты незавершенного строительства.

Государственный кадастр недвижимости является одним из главных инструментов регулирования отношений в области недвижимости.

Он представляет собой единую государственную систему признания и удостоверения факта возникновения, существования или прекращения существования объектов кадастрового учета, включающую данные и документы о качественных и количественных характеристиках объектов недвижимости, их распределении по собственникам, владельцам, пользователям и арендаторам. Качество кадастровой информации зачастую определяет эффективность функционирования современной системы налогообложения, рынка недвижимости, инвестиционных процессов, принятия управленческих решений в области развития и управления территорий.

В той же норме закона отражено важнейшее свойство ГКН, заключающееся в том, что государственный кадастр недвижимости является федеральным государственным информационным ресурсом.

Качество кадастровых данных выражается через базовые свойства информации: актуальность, достоверность, точность и полноту.

Немаловажным фактором является то, что ГКН в значительной мере основывается на системе ГЗК. Именно система ГЗК включала в себя действующую информационно-технологическую инфраструктуру, охватывающую всю территорию Российской Федерации, что позволяет свести к минимуму общие расходы и издержки на формирование и ведение государственного кадастра недвижимости. Для эффективного управления земельными ресурсами и принятия решений в области регулирования земельных отношений, по мнению [4], управляющие органы и все субъекты земельных отношений должны быть обеспечены достоверной и оперативной информацией о состоянии земельного фонда и динамике его развития, что позволит прогнозировать его развитие и принимать решения, обеспечивающие рациональное использование земель и недвижимого имущества.

Информация в системе управления земельными ресурсами и объектов недвижимости — это совокупность данных, создаваемых

и хранящихся в специализированных информационных системах, предназначенная для решения задач управления недвижимостью конкретного административно-территориального уровня. Главное требование системы управления недвижимостью к информации — точное потребительское назначение информации, своевременность ее представления, оптимальность степени генерализации.

По управляющему воздействию информации на подсистемы и объект управления информацию подразделяют на две группы: управляющая, которая формируется в процессе управления и доводится до субъекта для исполнения и использования (нормативная, плановая, контрольная информация) и осведомляющая, используемая для обоснования принятия решений (учетная и отчетная информация). Например, передача информации о состоянии объектов недвижимости и отчетность низших звеньев перед вышестоящими уровнями.

По назначению в процессе управления недвижимостью информацию подразделяют на следующие группы: статистическую (о развитии региона, о налоговых поступлениях, в том числе земельных платежах, сведения о сделках с землей); прогнозную (планы развития территорий, прогноз поступления налогов и пр.); справочную (справочники общего и специального назначения, методические материалы, классификаторы и кодовые словари, различные описания земельных ресурсов и их атрибутов).

По уровню управления информацию подразделяют на стратегическую (документы нормативно-правового характера, включая законы и подзаконные акты, программы и прочие документы, обязательные к исполнению) и оперативную (распоряжения, письма, решения и указания вышестоящих организаций по текущим вопросам использования земельных ресурсов).

По условиям доступа информацию подразделяют на открытую (предназначенную для широкого круга пользователей); с ограниченным доступом (используемую органами управления всех административно-территориальных уровней при принятии решений и предоставляемую пользователям в обработанном виде — информация для служебного пользования); закрытую — не предоставляемую широкому кругу пользователей (информация, отнесенная к государственной тайне, и конфиденциальная — о частной жизни).

По виду представления информация подразделена на документированную и не документированную. Информация, зафиксированная на любом материальном носителе с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать, — документированная информация (документ). Примером может служить кадастровый план земельного участка, выдаваемый органом кадастрового учета и содержащий информацию о земельном участке на бланке установленного образца с реквизитами выдавшего его органа. Не документированная ин-

формация — это информация, не включенная в перечень основных документов, не имеющая классификационного кода и подготовленная в произвольной форме (например, экспликация загрязненных земель).

По месту формирования информацию подразделяют на внутрисистемную и внешнюю. Информацию, подготовленную в рамках системы ГКН, называют внутрисистемной. Примером может служить разработанный перечень нарушений использования земель, влекущих за собой разные формы ответственности. Информацию, подготовленную в рамках других систем (участвующих в процессе управления) и используемую для принятия управленческого решения, называют внешней.

Внешняя информация является тематической: кадастровая, правовая, градостроительная, архитектурно-планировочная и пр.

По степени обработки выделяют первичную (или исходную) информацию — не подвергающиеся обработке данные об объекте управления и преобразованную — полученную в результате дополнительных расчетов или обработки исходных сведений об объекте управления.

Для управления ГКН источниками информации являются данные различных органов, ведомств и организаций:

- органов, осуществляющих ведение кадастра недвижимости, градостроительного, земельного, водного, лесного и иных государственных и ведомственных кадастров, реестров и баз данных;
- органов государственной власти;
- территориальных органов министерств и ведомств, располагающих информацией о земельных участках и иных объектах недвижимости; Федерального агентства кадастра объектов недвижимости; Министерства юстиции; Министерства сельского хозяйства; Министерства природных ресурсов и др.;
- органов, учитывающих объекты недвижимости и регистрирующих права на недвижимое имущество и сделки с ним (кадастровые палаты, регистрационные палаты (РП); бюро технической инвентаризации (БТИ);
- организаций, осуществляющих операции с объектами недвижимости и действующих на рынке недвижимости (риэлтерские фирмы, нотариальные конторы и др.);
- юридических и физических лиц, предоставляющих информацию о своих земельных участках и иных объектах недвижимости, расположенных на них, при постановке на государственный кадастровый учет, регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним;
- информационных служб и других источников.

Ввиду наличия большого числа источников информации и разного формата предоставляемых данных важно создать на каждом

административно-территориальном уровне единое информационное пространство, которое могло бы удовлетворять потребностям кадастровой службы и других заинтересованных ведомств и организаций в системе управления земельными ресурсами.

■ § 25. Создание и основные задачи единого информационного пространства

Единое информационное пространство системы управления земельными ресурсами — совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных сетей и систем, функционирующих на основе общих принципов и по правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей при использовании и распоряжении земельными ресурсами. Основные источники информации, обеспечивающие процесс управления недвижимостью — данные кадастра недвижимости и мониторинга земель. Полученная за счет этих действий информация обеспечивает все функции управления, включая контроль. Кадастр недвижимости и мониторинг земель представляют собой государственные мероприятия, направленные на сбор, систематизацию и обновление сведений о правовом, природном и хозяйственном положении земель, об их количественном и качественном составе, местоположении и содержании других объектов кадастрового учета.

Создание целостной, эффективной и гибкой системы управления невозможно без комплексной автоматизации сбора информации, ее регистрации, передачи, хранения, переработки и доведения выработанных решений до объектов управления. Для этого необходим комплекс технических средств в совокупности с системами математического и программного обеспечения, позволяющий автоматизировать информационные процессы, возникающие при управлении как социально-экономическими системами в целом, так и их отдельными ресурсами. Системный подход к управлению предполагает использование такого комплекса в рамках автоматизированных информационных систем.

Проектирование информационной системы по управлению недвижимостью регламентируют следующими требованиями:

- функционирование на основе документов о правовом статусе и режиме использования земель, их количественных и качественных характеристиках, а также кадастровых карт и планов;
- единство принципов и методов ведения всех видов кадастра, унификация методов сбора информации и системы кадастровых документов;

- использование сетей электронной связи между звеньями системы различных уровней;
- возможность оперативного предоставления информации об объектах недвижимости органам власти и управления;
- обеспечение информационной совместимости с Единым государственным реестром прав на недвижимое имущество и сделок с ним, а также с информационными системами других ведомств на основе использования единой общегосударственной системы идентификации объектов недвижимости, использования единых классификаторов, кодов, форматов обменных файлов;
- защита информации от несанкционированного доступа посторонних лиц и ее дублирование на различных носителях при аварии;
- обеспечение работы каждого из уровней системы в локальных сетях;
- соответствие числа автоматизированных рабочих мест, емкостей запоминающих устройств и других параметров системы объему получаемой, обрабатываемой и передаваемой информации.

В целом информационная система управления недвижимостью должна быть составляющим звеном единого информационного пространства страны, региона и муниципального образования и обеспечивать информационную базу для повышения эффективности деятельности его структурных единиц.

Для формирования информационной системы должны быть решены следующие задачи:

1. Подразделение всего множества объектов управления на строго разграниченные классы, каждый из которых представляет собой множество объектов описания (информационных объектов) отдельного кадастра, регистра или соответствующей системы баз данных; формирование перечня информационных объектов системы территориальных информационных ресурсов.
2. Определение состава признаков, характеризующих объект (разработка структуры) для каждой базы данных, входящей в информационную систему.
3. Выбор методов идентификации объектов, разработка и согласование унифицированных идентификаторов, технологии их ведения и присвоения.
4. Выбор методов территориальной привязки информации об объектах, разработка унифицированных параметров территориальной привязки.
5. Выбор способов формализованного описания семантических характеристик, разработка стандартов на форматы описания данных.

Решения о разработке общесистемных информационно-лингвистических средств или использовании существующих языковых

средств функционирующих автоматизированных информационных систем (АИС) в качестве общесистемных принимают на основе анализа затрат на обеспечение совместимости информационных ресурсов, дополнительных затрат пользователя на работу с несовместимыми базами данных и других технико-экономических факторов.

Создание единого информационного пространства в России сдерживается сложностью доступа к данным и отсутствием открытого механизма их поиска (не говоря об их качестве, содержании и стоимости). Из-за отсутствия стандартизированного пространства географических данных нельзя реализовать одну из важнейших функций ГИС — интегрирующую. Интегрирующая составляющая ГИС, предусматривающая работу в стандартизированном пространстве, не может быть реализована вследствие влияния следующих факторов:

- отсутствие нормативно-правовых и нормативно-технических стандартов, обеспечивающих сопоставимость и обмен информацией, имеющей географическую привязку;
- недостаточность и противоречивость российского законодательства в области создания, хранения и обмена информационными ресурсами, в первую очередь ведения картографо-геодезических фондов;
- сложность и противоречивость лицензионной и сертификационной политики и др.

Поэтому огромный объем информации, реально имеющей географическую привязку, не может служить основой национальной инфраструктуры пространственных данных, создание которой требует наличия трех обязательных составляющих процесса:

- *базовых пространственных данных* (цифровых картографических основ общего пользования);
- *стандарта* предоставления и обмена пространственными данными;
- *баз метаданных*.

Использование геоинформационных технологий — инструмент интеграции разнородных баз данных на государственном уровне, что для развитых стран мира является одним из элементов развития экономики и составной частью внутренней и внешней политики. Этот инструмент реализуется через создание единой национальной инфраструктуры пространственных данных. Таким образом, основными задачами совершенствования информационного обеспечения системы управления недвижимостью являются:

- создание единой национальной инфраструктуры пространственных данных;
- разработка государственной концепции создания условий массового использования пространственных данных и проведения единой государственной политики развития рынка геоинформационных технологий и услуг в России;

- организация разработки единой нормативно-правовой базы (законодательных актов и поправок к действующим законам, единых стандартов, терминологии, порядка обмена данными, сертификации программного обеспечения и проектов);
- координация работ и организация межведомственного взаимодействия в области геоинформатики и кадастра (Федеральные органы, субъекты РФ, органы местного самоуправления, субъекты хозяйствования);
- принятие нормативных документов о режиме предоставления информации;
- установление регламента обмена информацией между базами данных различных ведомств (режим доступа, срок передачи информации, формы документов и др.);
- принятие нормативных документов о защите кадастровой информации;
- создание единой информационной базы данных

§ 26. Применение ГИС-технологий при создании электронных карт для целей земельного кадастра

Одна из важнейших частей географических информационных систем — цифровые кадастровые планы, карты и схемы. Поэтому правильный выбор соответствующей ГИС, центральным ядром которой является тот или иной графический редактор, является залогом успеха работы любой информационной системы.

Графический редактор, как один из основных программных продуктов в ГИС, при использовании в земельном кадастре должен отвечать следующим требованиям [2]:

1. Кадастровая и топографическая карты как сложные наборы графической информации должны обеспечивать: послойное деление, широкую цветовую гамму, большие возможности в визуализации объектов, обширный инструментарий для редактирования, возможность производить площадные, линейные измерения, создавать планы и карты в различных масштабах, способность сохранять большой объем информации, точную систему координат и т. д.

2. Интерфейс графического редактора должен быть простой, доступный, понятный и ориентирован на пользователей разного уровня.

3. Создаваемые карты должны при визуализации на экране и печати соответствовать принятым стандартам и нормативам.

Большое разнообразие карт, как уже говорилось выше, вынуждает специалистов-картографов очень тщательно анализировать не только возможности появившихся на рынке ГИС, но и разрабатывать новые технологические схемы создания карт с их дальнейшим использованием.

Попытаемся привести наиболее распространенные технологические схемы создания кадастровых карт с применением методов дистанционного зондирования и ГИС.

Практика показывает, что основными видами земельно-кадастровых работ на территории, обеспечивающими создание информационной основы кадастра, являются инвентаризация земель и кадастровое картографирование. Эти два процесса неотделимы друг от друга, т. к. используют общие исходные материалы, полевые работы проводятся одновременно одним исполнителем. Результаты работ по инвентаризации и кадастровому картографированию территории представляются в виде кадастровых карт и описательных инвентаризационных материалов (инвентаризационных карт).

Таким образом, кадастровая карта является одним из видов продукции земельно-кадастровых работ по инвентаризации и кадастровому картографированию, представляющим собой картографический компонент информационной основы земельного кадастра. Кадастровая карта предназначена для наглядного отражения результатов проведенной инвентаризации земель, определения местоположения земельных участков и их границ и площадей, используется как основа для последующего ведения дежурной кадастровой карты.

Рассмотрим одну из технологических схем создания кадастровых планов и карт [5], в основе которой лежит аэрофототопографический метод съемки, причем наряду с материалами аэрофотосъемки могут использоваться также существующие исходные картографические материалы и результаты полевых съемок в виде векторной модели контуров объектов (рис. 69).

Однако более оптимальной является технологическая схема, когда в первую очередь выполняется камеральное дешифрирование аэрофотоснимков или стереопар с использованием цифровых фотogramметрических станций.

Результат дешифрирования получается в виде векторной модели контуров дешифрированных объектов, имеющей точность карты (плана) соответствующего масштаба.

Затем эта векторная модель вычерчивается на плоттере в виде рабочего абриса на чистой основе (бумаге) или поверх ортофотоплана.

Этот рабочий абрис является материалом, используемым при последующем полевом обследовании, в ходе которого проверяется полнота и точность камерального дешифрирования, вносятся необходимые корректировки и результаты полевых досъемок простейшими приемами (линейными засечками, промерами).

Результаты полевого обследования передаются в последующую камеральную обработку цифровой картографической информации для создания конечной продукции цифровой карты (плана).

Вариант такой технологической схемы приведен на рисунке 70.

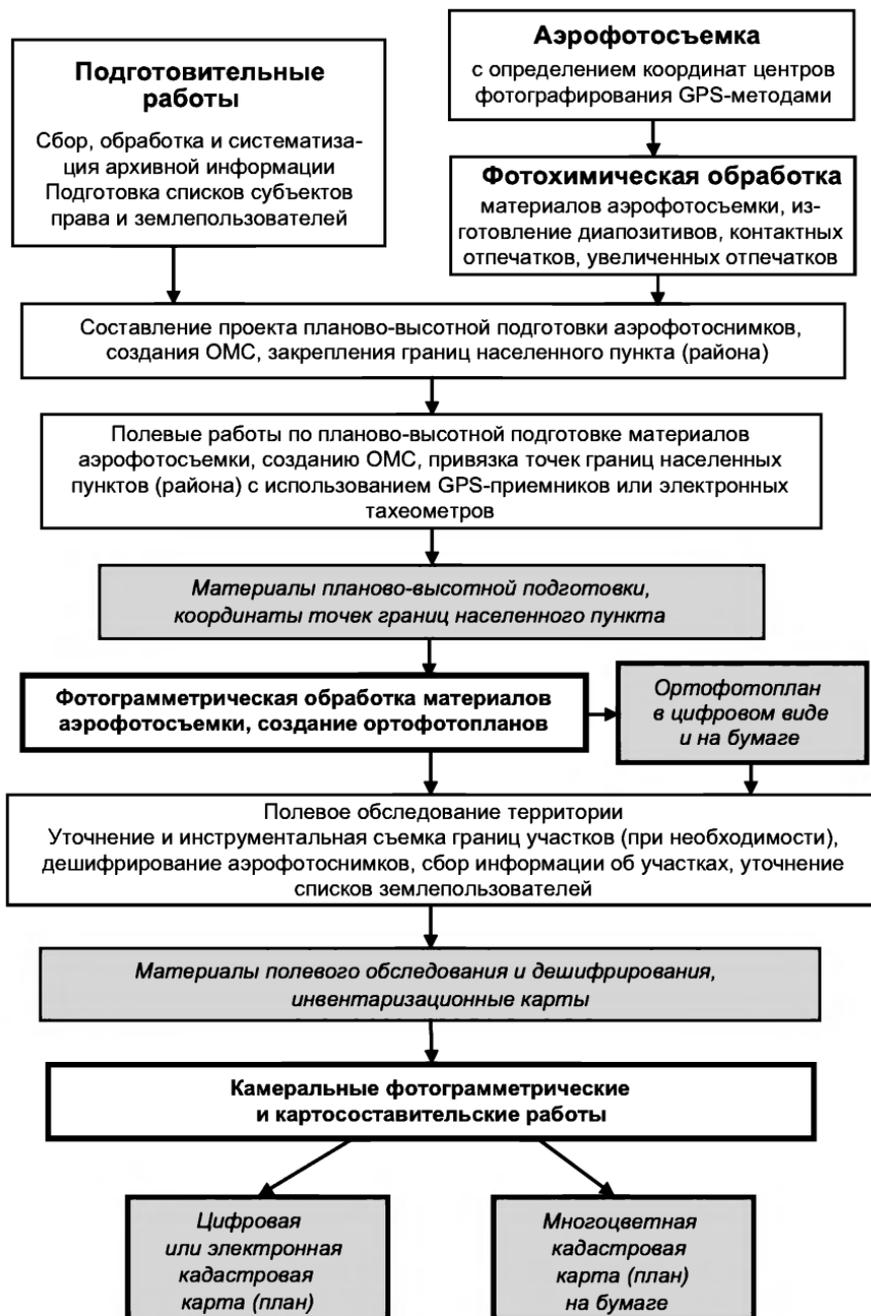


Рис. 69. Технологическая схема производства работ по созданию кадастровых карт и планов с полевым дешифрированием на ортофотопланах



Рис. 70. Технологическая схема производства работ по созданию кадастровых карт и планов с предварительным камеральным дешифрированием на цифровых фотограмметрических станциях

Рассмотрим некоторые основные технологические процессы приведенных схем, их содержание и особенности.

Аэрофотосъемка

Аэрофотосъемка проводится топографическим аэрофотоаппаратом с форматом кадра 23×23 см. При создании крупномасштабных планов населенных пунктов следует применять аэрофотоаппараты с компенсацией сдвига изображения. Кроме того, при возможности следует использовать цифровые аэрофотокамеры, уже упомянутые в первых разделах пособия.

Для сокращения объема полевых работ по планово-высотной подготовке аэрофотоснимков должны применяться GPS-методы определения координат центров фотографирования с использованием двухчастотных фазовых приемников.

Планово-высотная подготовка материалов аэрофотосъемки, создание ОМС

Создание опорной межевой сети, планово-высотная подготовка материалов аэрофотосъемки, а также вынос и закрепление на местности границ территории (населенного пункта) представляют собой единый комплекс полевых геодезических работ.

Высотную привязку опознаков выполняют преимущественно с целью последующего получения цифровой модели рельефа (ЦМР), необходимой при ортофототрансформировании аэрофотоснимков и изготовлении ортофотопланов, при этом ее требуемая точность определяется допустимой погрешностью планового смещения точки, обусловленного погрешностью высоты.

Планово-высотная подготовка опознаков и совмещенных с ними точек границ территории преимущественно выполняется GPS-методами, прокладкой теодолитных ходов с использованием электронных тахеометров или иными имеющимися средствами, предусмотренными действующими инструкциями по топографической съемке.

Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки

Фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки применительно к современной цифровой технологии включает в себя следующие основные процессы:

- подготовительные работы;
- сканирование аэрофотоснимков;
- создание фотограмметрического проекта;
- фотограмметрическое сгущение сети опорных точек способом аналитической фототриангуляции;
- создание цифровой модели рельефа (ЦМР) для ортотрансформирования снимков;
- ортотрансформирование снимков, изготовление и монтаж ортофотопланов.

Конечно, такой вид работ, как стереоскопическая съемка контуров объектов также относится к фотограмметрическим работам, однако в некоторых из ранее приведенных технологических схем, он был выделен в камеральные фотограмметрические и картосоставительские работы.

Полевое обследование и дешифрирование аэрофотоснимков

Полевое обследование и полевое дешифрирование заключается в определении сложившихся (фактических) границ земельных участков, нанесение их на ортофотоплан или увеличенный аэрофотоснимок. При необходимости используются инструментальные методы привязки поворотных точек границ участков, удовлетворяющие требованию к точности отображения границы на карте. Кроме того, дешифрированию подлежат все объекты кадастрового картографирования, образующие содержание кадастровых карт и планов. Полевое обследование земельных участков также включает в себя сбор всех необходимых сведений о земельных участках и субъектах права на них, предусмотренных в инвентаризационных документах (картах) или в техническом проекте. Если полевое обследование выполняется после камерального дешифрирования и съемки контуров объектов, то в ходе обследования проверяются и уточняются результаты камерального дешифрирования.

Камеральные фотограмметрические и картосоставительские работы

К камеральным фотограмметрическим и картосоставительским работам относится весь комплекс технологических процессов, связанных с получением векторной модели контуров объектов и последующей обработкой этих векторных моделей и другой картографической информации с целью получения конечной продукции: цифровой кадастровой карты (плана) и карты в традиционной форме, отпечатанной в условных знаках на бумаге. Если создание кадастровой карты непосредственно связано с проведением инвентаризации земель территории, то в результате этих работ также создаются, как правило, и другие выходные документы, основанные на использовании цифровой карты, например, экспликации земель, списки земельных участков с их фактическими площадями и площадями по документам.

Важно отметить, что именно обработка векторных моделей контуров и прочей картографической информации и подготовка выходной продукции является главным процессом, в котором применяются ГИС-технологии и соответствующие ГИС-программные продукты.

Этот процесс очень часто недооценивается исполнителями работ как по своей важности, так и по трудоемкости, что зачастую приводит к выпуску под видом цифровой карты некой продукции, не впол-

не соответствующей этому понятию и не отвечающей всем требованиям, сформулированным выше.

В случае применения технологической схемы работ с предварительным камеральным дешифрированием в основном именно на этом этапе выполняется обработка цифровой картографической информации, включая ранее полученную векторную модель контуров и материалы полевого обследования.

Еще раз следует подчеркнуть, что в любом случае не исключается использование исходных картографических материалов и результатов их векторизации, а также результатов тахеометрических съемок как дополнительной информации, используемой при создании конечной продукции.

■ § 27. Использование различных ГИС при производстве кадастровых работ

Как уже упоминалось выше, центральным ядром любой технологической схемы по созданию цифровых кадастровых карт являются географические информационные системы, которые обеспечивают возможность создания и ведения кадастра на качественно новом уровне, создавая карты непосредственно по координатам множества точек, полученным в результате измерений на местности или в процессе обработки материалов дистанционного зондирования.

Разработка новой информационной системы для целей кадастра (водного, земельного, лесного и проч.) требует больших затрат времени и средств, причем разрабатываемый программный продукт будет нести элементы дублирования уже существующих ГИС.

Проведенный в [2] анализ современных ГИС показал, что используемые в России и за рубежом системы можно разделить на три группы:

- наиболее распространенные ГИС, образующие основную массу существующих в мире программных средств (ArcInfo, MGE, MapInfo и др.);
- системы, использующие последние достижения информационных и компьютерных технологий (SmallWorld, SICAD Open и др.);
- отечественные ГИС, которые по большинству параметров отстают не только от распространенных западных систем, но и далеко не все могут быть охарактеризованы как законченные программные продукты. Исключение составляют системы «Панорама», Geodraw/Географ, которые уже получили широкое распространение не только в России, но и за рубежом.

Кроме того, авторами в работе [7] также выделены три группы ГИС и даны рекомендации по их применению для целей комплексного кадастра.

Первые — это мощные, ориентированные на рабочие станции (или мощные ПК) и сетевую эксплуатацию системы, обрабатывающие колоссальные объемы информации, имеющие разнообразные средства ввода (от дигитайзеров и сканеров до станций обработки космических снимков) и вывода, имеющие развитые средства документирования, которые позволяют в том числе создавать любые карты. Яркими представителями этого класса являются ГИС фирм INTERGRAPH, PROGIS, ESRI.

Эти системы имеют универсальный характер, позволяющий использовать их с одинаковым успехом в различных отраслях (GEOMEDIA, MGE, ArcInfo и др.).

Вторую группу составляют настольные геоинформационные системы, которые обладают несколько меньшими возможностями, чем описанные выше системы, и предназначены для решения, в первую очередь, научных задач, но могут быть использованы и при решении задач управления. В этих системах нет столь жестких требований к качеству и разнообразию средств визуализации, объемам обрабатываемой информации, защите информации и ее сохранности. Эти системы доступны большинству коллективов и могут работать в любом малом офисе.

Типичными представителями таких систем являются MapInfo, Atlas GIS, ArcView и др.

В этом классе систем надо особенно выделить урезанные версии крупных ГИС (INTERGRAPH и др.). Поскольку первоначально эти системы создавались для мощных графических станций, при переносе на менее мощный компьютер не учитывались ограничения по размеру памяти и быстродействию, характерные для персональных компьютеров. Поэтому такие программные продукты обладают меньшим набором возможностей по сравнению с версиями этой же системы для рабочих станций и значительно уступают по быстродействию ГИС, созданным специально для персональных компьютеров. Однако у них есть существенный плюс — совместимость с аналогичными версиями для рабочих станций и всесторонняя поддержка фирмами-производителями.

Третью группу составляют системы для домашнего и информационно-справочного использования. Это наиболее закрытые системы, которые либо не допускают вовсе внесения изменений в информацию или допускают незначительное ее изменение, например, редактирование записей в базе данных или внесение новых записей. Это дешевые системы, которые представляют очень скромные требования к ПК.

Пожалуй, одна из самых главных и, зачастую, достаточно трудных и дорогостоящих задач в начале любой серьезной работы — собрать как можно больше информации об интересующем объекте, процессе или явлении. При комплексном подходе, характерном для

кадастров, обычно приходится опираться на обобщающие характеристики, вследствие чего объемы даже минимально достаточной исходной информации, несомненно, должны быть большими. В противном случае обоснованность действий и грамотных управленческих решений вряд ли может быть достигнута. Однако простого накопления данных тоже, к сожалению, недостаточно. Эти данные должны быть легко доступны, систематизированы в соответствии с потребностями задачи.

Очень полезна возможность связать разнородные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просто просмотреть их в удобном и наглядном виде, например, создав на их основе необходимую таблицу, схему, чертеж, карту, диаграмму. Группировка данных в нужном виде, их надлежащее изображение, сопоставление и анализ целиком зависят от квалификации и эрудированности исследователя, выбранного им подхода к интерпретации накопленной информации.

На этапе обработки и анализа собранных данных существенное, но отнюдь не первое, место занимает техническая оснащенность исследователя, включающая подходящие для решения поставленной задачи аппаратные средства и программное обеспечение. Обычно они приобретаются именно в такой последовательности, хотя на самом деле подбирать компьютер и периферийные устройства целесообразно, отталкиваясь от выбранного программного продукта. В качестве последнего во всем мире все чаще применяется современная мощная технология географических информационных систем (ГИС).

Выбор конкретной системы для пользователя возможен только тогда, когда он ясно представляет себе, какие задачи необходимо решить при помощи ГИС, какие результаты он хочет получить в итоге, насколько велик объем обрабатываемой информации, насколько часто придется решать новые задачи и сколь существенны изменения при подходе к их решению. Остановимся на некоторых из них.

В настоящее время существует множество ГИС, целевое назначение которых может быть различно: некоторые ориентированы на применение в какой-то одной отрасли, другие — в нескольких отраслях. В нашем обзоре мы старались представить только те ГИС, которые наилучшим образом подходят для составления цифровых кадастровых карт и их последующего анализа.

ArcInfo

Паспортные данные

Разработчик — ESRI, Inc. (США).

Название системы — ArcInfo

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1982 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирма-поставщик — «Дата +».

Общие сведения о системе

Назначение — полнофункциональная ГИС.

Области применения:

- картографирование собственности, земель и недвижимости, налоговое, кадастровое картографирование;
- планирование использования земель, анализ пригодности земель, районирование и комплексная оценка территорий;
- высококачественная картография;
- управление на транспорте, планирование и оптимизация перевозок, организация новых транспортных маршрутов;
- демографические и социологические исследования, выделение избирательных округов;
- управление природными ресурсами (земельными, лесными, водными, минеральными и т. д.);
- изыскания под строительство — транспортное, промышленное, жилищное;
- управление распределенным хозяйством (энергосети, трубопроводы, дорожное хозяйство);
- картографирование происшествий для милицейской, пожарной, медицинской и других служб;
- экологический мониторинг, оценка и прогнозирование состояния окружающей среды;
- оптимизация размещения предприятий и распределение зон обслуживания;
- планирование инвестиций в регионы и отрасли, маркетинговые исследования и др.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — ARC/INFO (векторный топологический), TIN, GRID, объектно-ориентированная модель хранения данных.

Внутренний формат баз данных — INFO.

Обмен данными с другими программными продуктами в процессе работы — работа в качестве сервера приложений с клиентом — ArcView, ArcExplorer (бесплатный клиент), обмен данными с РСУБД.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — Windows-подобный ГИП на NT, X-Windows, OSF/Motif и OPEN LOOK на UNIX, дублирование команд из командной строки.

Наличие внутреннего языка программирования — есть.

Макросы — язык AML, VBA.

Язык высокого уровня — через COM и ODE — стандартные языки программирования (C++, Delphi, VB и др.).

Возможность взаимодействия с другими программными продуктами — работа в качестве сервера приложений с клиентом — ArcView,

обмен данными с РДБМС, в прямом виде и посредством клиент/серверного решения ArcView (значительное расширение эффективности хранения данных).

Русифицированная версия — есть.

Документация — в бумажном и электронном виде.

AutoCADMap

Паспортные данные

Разработчик — Autodesk (США).

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирмы-поставщики — Consistent Software и более 30 дилеров.

Общие сведения о системе

Назначение — ГИС в среде пакета AutoCAD.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — DWG.

Внутренний формат баз данных — Object Data, ODBC и некоторые драйверы непосредственного доступа.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — стандартный интерфейс AutoCAD, плавающие панели, курсорное меню и т. д., аналогичные панелям меню MS Office.

Возможность взаимодействия с другими программными продуктами — все возможности системы AutoCAD 2000.

Русифицированная версия: R3 (AutoCAD — 14).

Документация — R3 (AutoCAD — 14); на русском языке.

Достоинства системы

Полнофункциональный геоинформационный пакет в среде AutoCAD. Добавляет к функциональной мощи AutoCAD новые возможности управления данными, продвинутый картографический инструментарий и развитые функции ГИС-анализа. Поддерживает топологию. Включает широкий набор средств «чистки» картографических данных. Связь объектов с внешними документами различных типов. Интеграция с линией ГИС-продуктов Autodesk.

Autodesk World

Паспортные данные

Разработчик — Autodesk (США).

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Общие сведения о системе

Назначение — геоинформационная система.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — Geobase, DWG (структура данных 3D-топологии, двойная точность).

Форматы растров — JPEG, TIFF, BMP, EPS, IFF, DCX, WMF, Photoshop, Photo CD.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — MS Office совместимость, плавающие панели, курсорное меню и т. д., аналогичные панелям меню MS Office 95, MDI.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — интерактивная настройка панелей, язык описания организации диалоговых окон и меню, менеджер вывода данных.

Наличие внутреннего языка программирования — нет.

Достоинства системы

Простой доступ к данным без их преобразования, интеграция всех типов данных CAD и GIS. Сбор, редактирование, отображение, создание запросов и генерация отчетов для пространственных данных (CAD и GIS), включая растровые, векторные и атрибутивные. Связь объектов с внешними документами различных типов. Совместимость с продуктами Microsoft. Объединение объектов CAD и GIS в единый объект. Библиотеки поддержки ActiveX Automation.

AutoMap

Паспортные данные

Разработчик — ЗАО «Удмуртгражданпроект».

Название — AutoMap.

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1996 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирма-поставщик — ЗАО «Удмуртгражданпроект».

Общие сведения о системе

Назначение — ГИС для крупномасштабных планов, характеризующихся большим объемом информации по сравнительно небольшой территории.

Область применения — кадастры различных назначений; проектирование; информационно-справочные системы.

Структура системы — полнофункциональное приложение общего назначения с поддержкой многопользовательской работы.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — собственный.

Внутренние форматы баз данных — bBase III/IV.

Обмен данными с другими программными продуктами — через формат MIF/MID. Возможны решения с использованием Automation.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — многодокументный интерфейс Windows-приложения.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — добавления пользователем контекстно-зависимых команд в главное меню и в контекстное меню; их исполнение обеспечивается внешними программами, управляющими данными AutoMap через интерфейс Automation.

Наличие внутреннего языка программирования — нет.

Русифицированная версия — есть.

Документация — встроенный Help.

Документация на магнитных носителях.

Достоинства системы

Работа с большими объемами растровых и векторных данных при низких требованиях к системным ресурсам. Развитый редактор. Совместное ведение данных. Решение вычислительных задач. Возможность анализа информации. Векторизатор, разработанный по классификатору Роскартографии для масштабов 1:500 — 1:10 000. Автоматизирующая проверка топологии с устранением ошибок; построение покрытий.

GeoDraw

Паспортные данные

Разработчик — Центр геоинформационных исследований Института географии Российской академии наук — ЦГИ ИГ РАН.

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1991 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Общие сведения о системе

Назначение — система ввода и редактирования цифровых карт.

Области применения — геология и недропользование, органы федерального и регионального государственного управления, городское хозяйство, экология и природопользование, земле — и лесоустройство, транспорт и связь, коммерция и реклама, геодезия и картография, образование.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — форматы GeoDraw, растровые (JPEG, PCX, TIFF, BMP и др., всего более 30).

Внутренний формат баз данных — bBASE, Paradox. В целом система способна работать практически с любым форматом, для которого разработан драйвер доступа. Соответствующие драйверы доступа входят в стандартную поставку всех распространенных СУБД, в том числе и для работы в среде клиент-сервер (Oracle, Informix, MS SQL Server и т. д.).

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — типичный для приложений в среде Windows (меню, система подсказки, инструменты, «горячие» клавиши, диалоги, кнопки и т. д.).

Возможность взаимодействия с другими программными продуктами — DDE-обмен.

Русифицированная версия — есть.

Документация — «Руководство пользователя» на русском языке.

Достоинства системы

Полнофункциональность, простота освоения, невысокая стоимость, работа с различными форматами данных, поддержка топологической структуры пространственных данных.

ГеоГраф/ГеоКонструктор

Паспортные данные

Разработчик — Центр геоинформационных исследований Института географии Российской академии наук (ЦГИ ИГ РАН).

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1992 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Общие сведения о системе

Назначение: Географ — ГИС конечного пользователя, ГеоКонструктор — инструментальное средство разработки приложений с функциями ГИС в наиболее популярных средах программирования, включая создание ГИС-WEB-серверов.

Области применения — геология и недропользование, органы федерального и регионального государственного управления, городское хозяйство, экология и природопользование, земле — и лесоустройство, транспорт и связь, коммерция и реклама, геодезия и картография, образование.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — GeoDraw/ГеоГраф.

В целом система способна работать практически с любым форматом, для которого разработан драйвер доступа. Соответствующие драйверы доступа входят в стандартную поставку всех распространенных СУБД, в том числе и для работы в среде клиент-сервер (Oraclec, Informix, MS SQL Server т. д.).

Обмен данными с другими программными продуктами в процессе работы — DDE — и API-интерфейс (ГеоКонструктор)

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — типичный для приложений в среде Windows (меню, система подсказки, инструменты, горячие клавиши, диалоги, кнопки и т. д.).

Возможность модификации пользовательского интерфейса — GeoГраф — пользовательские экранные формы, макрокоманды; пользовательский интерфейс GeoКонструктор разрабатывается создателем приложения.

Возможность взаимодействия с другими программными продуктами — вызов exe-файлов, DDE-обмен.

Русифицированная версия — двуязычный программный продукт (русский/английский).

Документация — «Руководство пользователя» на русском языке.

Достоинства системы

Полнофункциональность, простота в освоении, работа с различными форматами данных, хорошая система работы с картографическими условными знаками.

GeoMedia/GeoMedia Prpfessional

Паспортные данные

Разработчик — Intergraph Corp. (США).

Дата внедрения первой версии — 1997 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирма-поставщик: ЦПГ «Терра Спейс».

Общие сведения о системе

Назначение — универсальный ГИС-клиент позволяющий напрямую (без конвертации) подключаться и работать с геоинформационными БД большинства индустриальных форматов, эффективно интегрируя геоданные в единую информационную систему масштаба от рабочей группы до предприятия.

Области применения — ввод, сопровождение и администрирование геоинформационных БД, ГИС-анализ, тематическое картографирование; кадастр и управление территориями; экология; инженерные коммуникации; телекоммуникации; транспорт; добывающая и перерабатывающая промышленность; военные применения; планирование и маркетинговые исследования в коммерции, политические исследования и др.

Структура системы — центральный модуль (объектное ядро) содержит основные ГИС-функции и полностью интегрируется в операционную среду Windows, становясь доступным для всех приложений; также существуют десятки дополнительных прикладных модулей.

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — все данные хранятся в СУБД в виде объектов.

Внутренний формат баз данных — универсальный геоформат Oracle Spatial или любые СУБД, поддерживающие доступ через ODBC (MS Access, SQL Server, Oracle Server и др.).

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — компонентная объектная модель компании Microsoft (COM), реализованная в Windows 9x/NT/2000.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — полная.

Наличие внутреннего языка программирования — не требуется.

Макросы — макросы и пользовательские команды с возможностью подключения в меню.

Язык высокого уровня — любой OLE-client (VBA для Excel, Visual Fox Pro, Visual Basic, Delphi, Visual C + +, PowerBuilder и др.).

Вызов exe-файлов — есть.

Русифицированная версия — вышла в 2000 г., английская версия поддерживает кириллицу.

Документация — печатная, в электронном виде, учебные курсы на CD-ROM и видео.

GeoMedia предоставляет единый механизм ввода запросов, анализа, отображения данных из разнородных источников и распространения пространственной информации. Позволяет бесшовно интегрировать геоданные, созданные в различных системах, в единую распределенную геоинформационную БД. Предоставляет доступ к удаленным данным. Возможна адаптация и программирование собственных приложений. Архитектура GeoMedia — прототип концепции открытой ГИС, разработанной Консорциумом по открытым ГИС (Open GIS Consortium), и первый продукт, полностью соответствующий этим спецификациям.

С помощью GeoMedia можно осуществлять ввод и проверку корректности данных, делать запросы, создавать тематические карты и легенды, проделывать сложные аналитические процедуры. Средства анализа в GeoMedia позволяют превращать геометрические объекты в тематические, отбирать те или иные тематические объекты, а также интегрировать в ГИС растровые изображения и объекты мультимедиа. С помощью средств определения классов и объектов, ввода, редактирования и размещения можно пополнять и развивать данные, поддерживая их в актуальном состоянии.

MGE (Modular GIS Environment)

Паспортные данные

Разработчик — Intergraph Corp. (США).

Дата внедрения первой версии — 1985 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирма-поставщик: ЦПГ «Терра-Спейс».

Общие сведения о системе

Назначение — наиболее популярный комплект базовых приложений полнофункциональной модульной ГИС-среды MGE (насчитывающей более 60 модулей).

Области применения — формирование, сопровождение и администрирование геоинформационных БД от среднего до очень большого объема; построение сетевых корпоративных ГИС; пространственный анализ, тематическое картографирование, обработка аэрокосмических изображений, топологический анализ, подготовка карт к изданию; ведение кадастра и управление территориями, экология, инженерные коммуникации, телекоммуникации, транспорт, добывающая и перерабатывающая промышленность, военные применения, планирование и маркетинговые исследования в коммерции, политические исследования и др.

Структура системы — комплект приложений: MGE Basic Nucleus — базовое ядро для всех продуктов семейства MGE — как платформа для ГИС и картографических приложений обеспечивает функции управления ГИС-проектом, создания запросов и отображения данных, использования картографических проекций и систем координат; MGE Basic Administrator — инструмент администрирования базы данных, задания структуры ГИС-проекта и интеграции баз данных; MGE Base Mapper — модуль для сбора в ручном и автоматическом режиме пространственных и атрибутивных данных, проверки корректности и топологии, геокодирования, генерации и обновления подписей и условных знаков на карте, автоматического расчета и занесения в БД геометрических характеристик объектов (площадей, периметров и др.); MGE Analyst — средство пространственного анализа, обеспечивающее построение и выполнение сложных запросов, генерацию и анализ топологических отношений, построение буферных зон, агрегирование пространственных контуров, построение тематических карт, отображения топологически структурированных геоданных и генерацию текстовых отчетов; I/RAS C — средство обработки полутоновых, цветных и цветных индексированных аэрокосмических изображений и растровых карт — позволяет производить геометрическую коррекцию изображений, геопривязку, спектральную обработку и анализ; сшивать/вырезать растры; улучшать качество изображений; выполнять монтаж фотопланов; производить экранную векторизацию; манипулировать гибридными растрово-векторными изображениями и печатать их; MGE Map Finisher — модуль создания картографической продукции высочайшего качества на основе информации, содержащейся в базе данных ГИС — автоматизированы процессы символизации и создания зарамочного оформления, размещения врезок и легенд, вывод на печать в режиме WYSIWYG; MGE Grid Generation — инструмент для генерации

картографических сеток и зарамочного оформления в виде векторного изображения; MRF Clean Tool Kit — комплект из 3 приложений для проверки и автоматической корректировки топологии векторных карт и др.

Сведения об использовании данных

Внутренний формат графических данных — DGN, универсальный геоформат Oracle Spatial или в виде объекта в СУБД.

Внутренний формат баз данных — универсальный геоформат Oracle Spatial или любые СУБД, поддерживающие доступ через систему RIS или ODBC.

Экспорт баз данных — Oracle Spatial, MapInfo, ArcView Shapefile, GeoMedia, ASCII.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — Windows Motif.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — полная.

Наличие внутреннего языка программирования — JMDL (Java), MDL (стандарт C ANSI/72).

Макросы — есть (с возможностью интерактивной записи). Язык высокого уровня — любой OLE-Client (Visual Basic, Visual C ++ , Delphi), Perl и др.

Вызов exe-файлов — есть.

Другие возможности — есть (OLE, ODBC, DDE, Perl). Русифицированная версия — нет, но поддерживает кириллицу.

Документация — печатная, электронная, учебные курсы на CD-ROM и видео.

Достоинства системы

Сквозная геоинформационная и картографическая система, имеющая самый широкий в мире набор модулей (более 60), позволяющий реализовать полностью цифровую технологию — от сбора данных до получения результатов в требуемой форме. Легко настраиваемый пользовательский интерфейс на любую форму ввода/вывода информации; работа в широком диапазоне форматов данных, включая ARC/INFO, ArcView, MapInfo, Oracle Spatial, данные GPS, ASCII-файлы и обменные ГИС-форматы; эффективный набор средств визуализации и анализа изображений; многотематический пространственный анализ с помощью SQL логических и пространственных запросов; результаты выводятся с использованием символики, заданной пользователем; формирование, поддержка и анализ топологии; подготовка в интерактивном режиме и издание картографической продукции высокого качества, удовлетворяющей российским стандартам, на основе информации, содержащейся в базе данных ГИС.

Возможность использования других языков программирования — подключение DLL- и ОСХ-библиотек, интеграция в сложные системы.

Русифицированная версия — есть.

Документация — есть.

Достоинства системы

Пакет MapInfo специально спроектирован для обработки и анализа информации, имеющей адресную или пространственную привязку. Наличие большого числа утилит, существенно расширяет функциональные возможности системы

WinGIS

Паспортные данные

Разработчик — PROGIS (Австрия).

Название — 3-х уровневый комплекс ГИС WinGIS (GIS для Windows).

Дата первой версии — 1993 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Общие сведения о системе

Назначение: WinGIS — профессиональная геоинформационная система. Позволяет проводить полный комплекс работ по созданию и анализу электронных карт, включая цифрование на дигитайзерах и по снимкам. Функции генерации объектов часто напоминают подобные в AutoCAD; WinMAP — ГИС конечного пользователя, не позволяет подключать дигитайзеры, отсутствует возможность импорта/экспорта данных. Предназначена для полноценной работы с подготовленными в WinGIS проектами.

Сведения об использовании данных

Внутренний формат данных — AMP.

Внутренний формат баз данных — разработан на базе ACCESS.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — стандартный Windows.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — для WinGIS и WinMAP ограниченная, для WinMAP/LT неограниченная.

Вызов exe-файлов — есть.

Другие возможности — управление почти всеми функциями из внешних программ и создание макросов, используя компоненту AxWingis. Легкость локализации.

Русифицированная версия — есть.

Документация — руководство пользователя и help-файл.

Сложные профессиональные многомодульные ГИС, такие как ArcInfo и MGE, предназначены для решения большого спектра задач, и казалось бы, именно им следует отдать предпочтение, т. к. они имеют более широкие возможности для создания карт, их анализа и редактирования, но такие ГИС, как правило, дорого стоят.

Не все организации могут позволить себе их использовать; работать с этими ГИС достаточно сложно и иногда невозможно без специального обучения. Именно поэтому широкое распространение в нашей стране и в мире получили более простые настольные ГИС, такие как MapInfo и ArcView, практически полностью удовлетворяющие условиям, изложенным выше, т. е. несмотря на то, что настольные ГИС обладают меньшими возможностями, чем профессиональные ГИС, они обладают необходимыми инструментами для создания тематических карт, легко доступными средствами анализа и редактирования.

Системы имеют открытую среду программирования, и при желании пользователь может добавить недостающие функции. Также системы идеально подходят для целей комплексного кадастра.

В последнее время на рынке появились оригинальные программные продукты, разработанные на региональном уровне и решающие задачи по ведению кадастров в муниципальных образованиях.

Примером может служить, например, использование **Geographic Transformer**, который предназначен для создания картографических изображений для ГИС, систем автоматизированного проектирования и т. д. из ортофотопланов, бумажных карт, спутниковых изображений. Данный программный продукт используют в Тульской области при формировании АС ГЗК. Посредством Geographic Transformer исходное изображение избавляют от искажений и иных неточностей, которые появляются вследствие сканирования. Кроме того, в Geographic Transformer можно увязать систему координат самого изображения с необходимой системой координат, а также создавать единые бесшовные карты для их последующего использования в MapInfo.

Другой пример создания цифровых карт для целей земельного кадастра — комплексное использование в Республике Татарстан отечественных программных продуктов («Талка», «Фотоплан», «Панорама», «Карта 2000»):

Программный комплекс **«Талка»** предназначен для создания цифровых фотопланов, ортофотопланов и фотосхем, а также цифровых моделей рельефа местности и векторизованных контуров объектов, т. е. метрической составляющей цифровых карт и планов, с использованием космических и аэрофотосъемочных материалов. Программа может быть использована для построения и сшивки любых растров, например частей карты, для создания накладки, фотосхем, построения ортофотоплана для одиночного снимка при наличии не менее четырех опорных точек и известного рельефа (например, снятого с имеющейся карты), построения ортофотоплана в условной системе координат при отсутствии опорных точек, трансформации снимка по любому числу имеющихся точек с известными координатами.

Выходной продукцией «Талка» являются: цифровые модели рельефа местности; контуры объектов в формате DXF; контуры объектов с характеристиками (семантической нагрузкой) в формате MID-MIF; горизонталы в векторном формате (DXF, MID-MIF); цифровые фотопланы и фотосхемы; цифровые ортофотопланы; твердые копии фотопланов с зарамочным оформлением; твердые копии карт и планов. Программа «Талка» сама по себе не позволяет печатать продукцию, она выдает результаты в международных форматах, которые можно загрузить в другие программы. Печать производится из специализированных программ, таких, как CorelDraw или PhotoShop.

Отечественная система **«Панорама»** (НПК «Панорама») является системой управления базами данных электронных карт и предназначена для создания и обновления векторных и растровых карт, которые можно использовать: для ведения картографической базы данных; пополнения атрибутивной (семантической) базы данных; установления и поддержания связей между картографическими объектами и атрибутивными (семантическими) базами данных; ведения классификаторов и справочников; формирования и вывода отчетных, аналитических и презентационных материалов.

Графическая информация в «Панораме» может иметь растровую или векторную форму представления данных. Для векторных данных имеется возможность послойного представления. Набор информации может содержать до 255 слоев, каждый из которых содержит определенный набор векторных объектов (всего до 65 535 видов объектов). Наборы геообъектов образуют картографические композиции, которые отражаются принятыми условными знаками соответствующего масштаба. К каждому объекту может быть привязана определенная атрибутивная информация (до 65 535 характеристик). Вся информация об условных знаках содержится в классификаторе, который может редактироваться пользователем. ГИС «Панорама» позволяет объединять отдельные номенклатурные листы в район (до 255 листов в одном районе).

При ведении картографической базы данных также решена проблема расположения частей одного объекта на нескольких планшетах, возникающая при ведении больших картографических баз данных.

В процессе создания картографического изображения одновременно осуществляется генерализация данных.

Вся картографическая и семантическая информация хранится в обменном формате DXF, который в 4 – 6 раз компактнее аналогичных форматов хранения данных о местности в таких системах, как AutoCAD, ArcInfo. Возможна конвертация данных в обменные форматы других систем: Fl, F20V, DXF, HP-GL/2, F20S, PCX и т. д.

С ГИС «Панорама» могут поставляться следующие дополнительные модули для решения некоторых прикладных задач:

- система учета и регистрации землепользователей (СУРЗ), которая позволяет осуществлять ведение баз данных: земельных участков с их основными правовыми характеристиками (обременение, ограничение на использование и т. д.), т. е. *реестр объектов* земельных отношений; собственников, владельцев и землепользователей земельных участков, т. е. *реестр субъектов* земельных отношений; земельных отношений, т. е. *реестр прав* на земельные участки;
- построение ЦМР. Матрица может содержать высоты, характеризующие абсолютный или суммарный рельеф местности. Отображение матрицы высот возможно в виде двух — или трехмерных представлений. Данная процедура служит основой для решения задач прогнозирования затопления и осушения территорий, проведения различных инженерных мероприятий;
- комплекс «Геодезия». Это специализированный комплекс для решения прикладных задач и обработки данных полевых наблюдений. Он предназначен для автоматизированной обработки данных полевых геодезических работ и последующих вычислений, а именно для построения и уравнивания данных полигонометрических и теодолитных ходов.

С помощью комплекса осуществляют:

- автоматизированный ввод заранее подготовленных измерений теодолитного хода с экрана монитора;
- уравнивание точек теодолитного хода;
- отображение уравненного теодолитного хода на электронной карте;
- ввод произвольных точек, привязанных к конкретным объектам карты, и построение расчетных точек методом прямой засечки;
- создание новых объектов по уравненным и произвольно введенным точкам;
- формирование отчетов по результатам уравнивания, где отражены названия и номера точек теодолитного хода, их откорректированные углы и координаты.

Все действия происходят в системе электронной карты и позволяют визуально отслеживать месторасположение реальных теодолитных ходов на местности, их полноту и корректность.

ГИС «Панорама» обеспечивает вывод изображения электронной карты в заданном масштабе, составе, размере на принтер как непосредственно из программы, так и из MS Windows в формате PCX. Предусмотрена возможность вывода картографического материала на монохромный или цветной плоттер со стандартным зарамочным оформлением.

ГИС «**Карта 2000**» позволяет хранить пользовательские данные: метеоданные, сведения о перемещении транспортных средств, дан-

ные об условиях радиовидимости отдельно от карт местности, используя подмножество структуры векторных карт. Такой подход имеет следующие преимущества:

- совместно с одной картой местности может одновременно отображаться любое число различных пользовательских карт со своими классификаторами;
- пользовательская карта может отображаться совместно с растровыми и матричными картами;
- одна и та же пользовательская карта может одновременно отображаться на разных картах местности и редактироваться разными пользователями;
- пользовательская карта имеет свой классификатор, который не зависит от классификатора карты.

В качестве растровой подложки может выступать сканированное изображение бумажной карты или фотоснимка. Кроме того, информацию о геометрии объектов можно получить в результате конвертирования данных из обменных файлов других ГИС и картографических систем. «Карта 2000» содержит конверторы информации практически из всех наиболее распространенных геоинформационных систем. Также данные о пространственном размещении объектов можно получить в результате выполнения расчета и уравнивания данных топографо-геодезических изысканий или загрузки информации из GPS-приемников. Для нанесения на карту информации, накопленной пользователем в результате многолетнего труда и хранимой в таблицах баз данных, существует стандартная процедура геокодирования.

Атрибутивные данные в ГИС «Карта 2000» могут храниться в двух вариантах: в виде семантики объектов (совместно с координатным описанием) и в прикладных базах данных. Таблицы могут обрабатываться и накапливаться как внутри ГИС, так и стандартным программным обеспечением, к которому пользователь привык. При анализе необходимо только выполнить процедуру связывания записей в таблице базы данных и объектов на карте.

При ведении кадастра объектов недвижимости, производства работ в области лесного и водного кадастров, для целей регистрации прав на земельные участки, управления земельными ресурсами, государственного кадастрового учета в Российской Федерации используют несколько популярных программных продуктов, основные из которых будут рассмотрены далее.

Для ведения картографических баз данных земельных информационных систем в большинстве территориальных органов Роснедвижимости используют ГИС **MapInfo Professional**.

Эта система позволяет отображать различные данные, имеющие пространственную привязку, и относится к классу настольных ГИС.

Паспортные данные

Разработчик — MapInfo Corporation, Troy, NY, USA.

Название системы — MapInfo Professional.

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1986 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Общие сведения о системе

Назначение — полнофункциональная открытая ГИС.

Области применения — земельный, лесной кадастр и кадастр недвижимости, градостроительство и архитектура, телекоммуникации, добыча и транспортировка нефти и газа, электрические сети, экология и природопользование, геология и геофизика, железнодорожный и автомобильный транспорт, банковское дело, образование, государственное управление.

Сведения об использовании данных

Внутренний формат графических данных — собственный.

Внутренний формат баз данных — собственный, Access, Excel, DBF, текстовый с разделителями.

Экспорт графических данных — AutoCAD (DXF, DWG); ESRI (E00, SHP); Intergraph/MicroStation Design (DGN) и все наиболее распространенные растровые форматы.

Экспорт баз данных — Access, Excel, DBF, текстовый с разделителями, в удаленные базы данных.

Импорт графических данных — AutoCAD (DXF, DWG); ESRI (E00, SHP); Intergraph/MicroStation Design (DGN).

Импорт баз данных — все форматы, для которых имеются соответствующие драйверы, подключение внешних баз данных.

Характеристика интерфейса и открытость системы

Пользовательский интерфейс — используются стандартные средства Windows API.

Возможность модификации пользовательского интерфейса — полная, средствами MapBase.

Наличие внутреннего языка программирования — MapBasic.

Отличительная особенность MapInfo — универсальность в применении и поддержке почти всех существующих программно-аппаратных платформ и низкие аппаратные требования.

Возможности системы следующие: анализ данных в реляционной базе; поиск географических объектов; тематическая закрашка карт; создание и редактирование легенд карт; поддержка широкого набора форматов данных; доступ к удаленным БД и распределенная обработка данных. MapInfo позволяет получать информацию о местоположении по адресу или имени, находить пересечения улиц, границ, производить автоматическое и интерактивное геокодиро-

вание, проставлять на карту объекты из базы данных. Форма представления информации в системе может иметь вид таблиц, карт, диаграмм, текстовых справок.

Система дает возможность проводить специальный географический анализ и графическое редактирование. При этом система команд и сообщения представляется как на русском языке, так и на других языках. Модули системы включают обработку данных геодезических измерений, векторизацию и архивацию карт, схем, чертежей, преобразования картографических проекций, совмещение пространственных данных.

Возможность компьютерного дизайна и подготовки к изданию разнообразных картографических документов позволяет получать различные технологические решения для территориальных и отраслевых информационных систем. Система MapInfo включает специализированный язык программирования MapBasic, позволяющий менять и расширять пользовательский интерфейс системы. Система дает возможность напрямую использовать данные электронных таблиц типа Excel, Lotus 1 — 2 — 3, форматы dBase и т. д.

Системой MapInfo поддерживается около 150 картографических проекций за счет возможности преобразования картографических проекций и создания пользовательских проекций, интеграции раstra в вектор и вектора поверх раstra, поддержания ввода с дигитайзера, сканера и с систем GPS.

ГИС MapInfo используется также для ведения модуля дежурной кадастровой карты (ДКК) в программном комплексе Единого государственного реестра земель (ПК ЕГРЗ), что в основном связано с широким распространением этой ГИС в России.

Нельзя не отметить и такую особенность ГИС MapInfo, как возможность формирования так называемых буферных зон, что важно при создании многочисленных карт зонирования территории, например дежурных карт ограничений и обременений с нанесением на них *зон особого режима использования земель*, т. е. территорий с особым режимом землепользования (природопользования), которые выделяются на основании правоустанавливающих и (или) нормативных документов. *Особый режим использования земель* — режим землепользования (природопользования), ограничивающий те или иные виды хозяйственной и (или) правовой деятельности на территории в пределах определенных границ, в целях обеспечения сохранности и защиты от неблагоприятного антропогенного воздействия режимных и режимообразующих объектов либо защиты населения от вредного воздействия режимообразующих объектов. Такими зонами (ЗОРИЗ) могут быть: особо охраняемые природные территории, объекты исторического и культурного наследия; земли, подлежащие консервации, особо ценные земли сельскохозяйственного назначения, резервные территории.

Данный аппарат может широко применяться при создании цифровых кадастровых карт при установлении зон распространения публичных или частных сервитутов на земельные участки, объекты водного или лесного фонда, в рекреационных зонах, заповедниках, при кадастровом и градостроительном зонировании, агроклиматическому районированию и др.

Фрагмент дежурной карты ЗОРИЗ показан на рис. 71.

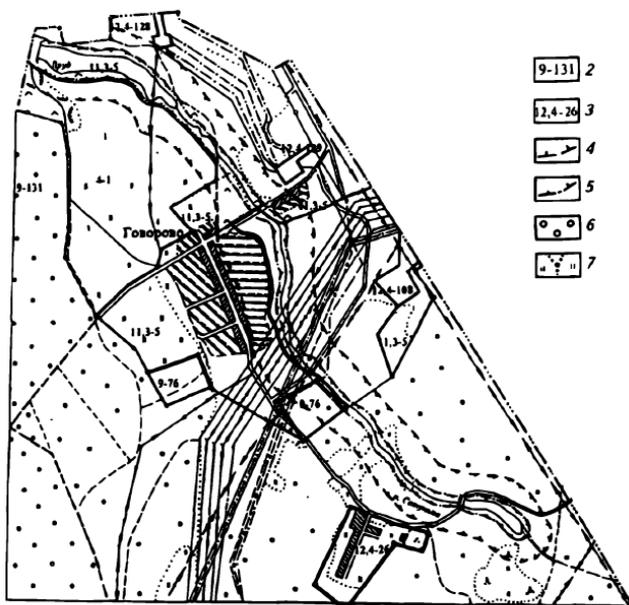


Рис. 71. Фрагмент дежурной карты ограничений и обременений в использовании земель:

- 1 — границы населенных пунктов; 2 — границы и номера землепользований, не являющихся режимными или режимообразующими объектами; 3 — границы и номера прочих режимных объектов;
- 4 — границы водоохранной зоны; 5 — границы прибрежной полосы;
- 6 — административного района; 7 — населенных пунктов; 8 — всех землепользований района вне границ населенных пунктов, их инвентарные и (или) кадастровые номера и наименования;
- 9 — всех режимных объектов и их номера; 10 — всех ЗОРИЗ режимных и режимообразующих объектов и их номера, а также всех режимообразующих объектов и их номера

ГИС **ObjectLand**, разработанная ЮРКЦ «Земля», также легла в основу внедряемых программных продуктов для земельного кадастра.

Геоинформационная система **ObjectLand** для Windows — универсальный программный продукт, работающий под управлением 32-разрядных операционных систем семейства Windows и предназначенный для использования в областях, связанных с совместной обработкой пространственной и табличной информации.

ГИС ObjectLand обрабатывает данные, организованные в виде геоинформационной базы данных (ГБД). Основные компоненты ГБД — карты, темы, таблицы, выборки, макеты, список пользователей и библиотека стилей. Каждый из этих компонентов имеет достаточно сложную структуру.

Карта является компонентом ГБД, предназначенным для хранения пространственной информации в векторной форме. Единица пространственной информации — графический объект (точка, полилиния, полигон, полигон с внутренними областями, текст, растровый образ). В ГИС ObjectLand используются две системы координат карты: прямоугольная математическая и геодезическая система координат.

ГИС позволяет организовать уровни структуризации пространственной информации карты. Число слоев в карте практически не ограничено. Максимальное количество графических объектов в одном слое около 2,1 млрд. Слой логически структурирован по типам графических объектов, которые характеризуются геометрической характеристикой (точечный, линейный, площадной, текстовый или растровый); набором связанных информационных таблиц; стилем отображения.

Преимущества ГИС ObjectLand:

- открытая архитектура системы;
- высокая степень интеграции пространственной и табличной информации;
- гибкий механизм визуализации и манипуляции пространственной и табличной информацией;
- отсутствие ограничений на число и размеры карт, тем, таблиц, выборок и стилей в геоинформационной базе данных;
- высокие эксплуатационные характеристики при работе с геоинформационными базами данных с большим объемом как пространственной, так и табличной информации;
- наличие встроенной контекстно-чувствительной справочной подсистемы;
- возможность задания имен произвольной длины для компонентов геоинформационной базы данных (карт, тем, таблиц, выборок, полей, стилей);
- возможность создания и ведения на персональных компьютерах автоматизированных систем ведения земельных кадастров с большим объемом как графической, так и табличной информации, сохраняя высокие эксплуатационные характеристики при работе;
- возможность импорта/экспорта данных из других геоинформационных систем, пакетов оцифровки и СУБД (MapInfo, ArcInfo, AutoCad, dBase и др.);

- возможность генерализации карты при изменении масштаба;
- наличие геометрических функций для построения буферных зон;
- более низкая стоимость по сравнению с зарубежными аналогами и не требует дополнительных усилий по локализации.

Пример использования ГИС ObjectLand — автоматизированная система ведения земельного кадастра г. Ростова-на-Дону, которая содержит непрерывную векторную электронную карту города, сшитую из 360 листов М 1:2000, графическую и табличную информацию о более чем 60 тыс. земельных участков.

ArcView

Паспортные данные

Разработчик — ESRI, Inc. (США).

Название системы — ArcView GIS.

Дата внедрения первой версии в эксплуатацию — 1993 г.

Платформа, на которой функционирует последняя версия, — семейство Windows.

Фирма-поставщик — «Дата +».

Общие сведения о системе

Назначение — настольная ГИС. Продукт, предоставляющий конечному пользователю средства выбора и просмотра геоданных, их редактирования, создания макетов карт, оцифровки карт с помощью дигитайзера, связывание объектов карты с атрибутивной информацией в режиме hot links, адресного геокодирования, распечатки картографических материалов.

Области применения — в системах поддержки принятия решений, «географическом» анализе продаж, цифровой картографии, при выборе оптимального маршрута движения транспортных средств, определении зон видимости, экологическом мониторинге.

Структура системы — модульная: базовая оболочка, встроенные (CADreader, дигитайзер, Database Themes, поддержка формата IMAGINE, поддержка растра JPEG, ArcView Data Base Access).

Сведения об использовании данных

Внутренние форматы графических данных — Shape-file.

Внутренний формат баз данных — dBASE.

Обмен данными с другими программными продуктами в процессе работы — интеграция других приложений при помощи DLL, RPC и DDE, возможность присоединения к Spatial Database Engine (SDE) в качестве клиента для доступа к пространственным базам данных.

Характеристика интерфейса и открытость системы.

Пользовательский интерфейс — Windows-подобный интерфейс (системы меню, окон, кнопки).

Возможность модификации пользовательского интерфейса — значительная, посредством встроенного языка Avenue.

Наличие внутреннего языка программирования — макросы, Avenue.

Вызов exe-файлов — есть.

Другие возможности — работа с ArcInfo в качестве клиента или сервера задач.

Русифицированная версия — полная (интерфейс, система помощи, учебные пособия).

Документация — учебники по ArcView, Avenue и многим модулям на русском языке.

ArcView — мощный, легкий в использовании инструмент для обеспечения доступа к географической информации, который дает возможности для отображения, изучения, выполнения запросов и анализа пространственных данных.

Применяя средства ArcView, осуществляют:

- создание карт из существующих источников пространственных данных;
- импорт табличных данных и их географическую привязку;
- использование языка запросов SQL для получения записей из базы данных и последующей работы с ними в географической среде;
- создание собственных пространственных данных для представления географических объектов, которые следует отображать и анализировать в ArcView.

В ArcView работа осуществляется с географическими (распределенными в пространстве) данными на интерактивных картах, называемых видами. Каждый вид в ArcView представляет уникальную географическую таблицу содержания, похожую на обычную легенду, облегчающую понимание отображаемых данных. Табличные данные могут включать практически любой набор данных, содержит он или нет географическую информацию.

Работа с табличными данными в таблицах ArcView организована через элементы управления. Таблицы ArcView обеспечивают полный набор возможностей для получения итоговой статистики, сортировки и запросов.

Данные изображений включают спутниковые и аэрофотоснимки, данные дистанционного зондирования и отсканированные данные. Диаграммы в ArcView представляют средства создания полноценной деловой графики и возможности визуализации данных, полностью интегрированные со средой ArcView. ArcView позволяет одновременно с географическим создавать табличные представления данных, а также представлять их в виде диаграмм.

Отличительная черта данной ГИС — возможность проведения всестороннего анализа картографического изображения имеющи-

мися программными средствами. Значительный интерес представляет осуществление оверлейных операций, когда при наложении двух и более тематических слоев на экране монитора можно получить производный тематический слой. Например, накладывая слой «Растительность» на слой «Почвы», можно установить взаимосвязь между видами растительности и типами почв.

ГИС «Новая Земля» разработана Нижегородской НПФ «Карина» и предназначена для ведения земельного кадастра на основе данных аэрофотосъемки и топопланов М 1:2000 и М 1:5000. Информационно-программный комплекс ГИС «Земля» позволяет осуществлять ввод, систематизацию, хранение, поиск, обработку, отображение и вывод данных для информационного обеспечения процессов управления земельными ресурсами региона.

Объекты и субъекты землепользования представляются наименованием и набором параметрических (эксплуатационных и описательных) показателей.

Планово-картографические документы используют для получения базовых кадастровых данных (координаты, идентификационные данные и т. п.) и их отображения в графической форме на экране с помощью условных обозначений.

Состав объектов и субъектов землепользования и их показатели определяются классификатором (словарем), который содержит около 2000 терминов и понятий по землепользованию и землеустройству и может обновляться в процессе эксплуатации.

Комплекс использует сканерную технологию ввода планово-картографических документов, поддерживаемую автоматическим векторизатором.

ГИС «Новая Земля» позволяет решать следующие задачи:

- ввод и хранение данных о предмете земельных отношений, субъектах права на землю, земельных отношениях;
- графический и семантический контроль информации;
- отображение картографической и параметрической информации по иерархическим уровням (район, город, планшет, отдельный земельный участок);
- графическое отображение данных земельного кадастра в различных масштабах с возможностью выделения цветом выбранных участков землепользования в соответствии с заданными характеристиками;
- автоматическое вычисление площади участков землепользования с учетом вложенности контуров;
- определение стоимостных и налоговых данных;
- оперативное обновление структуры землепользования и землеустройства;
- решение геодезических задач при инвентаризации земель и отводе новых участков;

- получение справок и отчетных документов установленных форм;
- подготовка и печать документов.

«Новая Земля» работает с цифровой графической информацией, сформированной в файл с расширением LIN. Такие файлы формируются системой в процессе сбора цифровой информации с увеличенных аэрофотоснимков, фотопланов, топокарт, топопланов и других носителей графической информации.

В процессе формирования семантической базы данных осуществляется связь графического изображения с их семантическим содержанием. Семантической информацией являются данные о владельце земельного участка, вид угоды, местоположение земельного участка и т. д.

В Одинцовском районе Московской области для функционирования системы земельного кадастра в качестве основного инструментального средства используют программное средство **MetaX**. С помощью данного проекта:

- создана пространственная база данных, которая позволила перейти к безбумажной технологии ведения земельного кадастра района;
- использованы спутниковые системы в практической работе по землеустройству района, которые дают более точные результаты при геодезических съемках;
- разработана графическая база данных с кадастровой цифровой картой района масштаба 1:10 000, куда заносится информация по землевладениям и землепользованиям района, что позволяет более точно определить местонахождение земельного участка. MetaX включает:
- программу первичной регистрации собственников на земельные участки (Kadastr);
- систему поиска (Search);
- программу регистрации сделок (Deal);
- графическую часть системы (геодезия);
- программу администратора системы (Admin).

Программа Kadastr позволяет регистрировать первичное предоставление земельного участка в собственность физическим и юридическим лицам и проводить по ним сделки

Программа Search работает в многофункциональном режиме. Она хранит базу данных по административному делению Одинцовского района. Существует возможность поиска по администрации, населенному пункту, кварталу, юридическим лицам. По каждому кварталу Search работает в системе просмотра. Из данной формы можно вывести на печать всю базу административного деления либо же постранично. Search осуществляет поиск физических лиц по фамилии или по документу (паспорт, удостоверение личности, свидетельство о рождении, свидетельство о смерти, загранпаспорт).

Выбрав нужного собственника, можно просмотреть всю историю по участку, которым он владеет, т. е. предыдущих собственников, их правоустанавливающие документы, данные документов, удостоверяющих их личность, регистрационную запись и номер свидетельства на право собственности на землю.

В программе Deal отражаются все этапы различных сделок с участком:

- первый этап — регистрация заявлений собственников земельных участков на продажу, дарение и т. п. — в базу данных заносится собственник участка;
- второй — назначение исполнителя (геодезиста) — фамилия геодезиста;
- третий — выдаются документы на руки заказчиком для регистрации права собственности на земельный участок (четыре кадастровых плана и акт о нормативной стоимости земельного участка) — фамилия регистратора и дата подписания дела;
- четвертый — отражается заключение сделки с земельным участком — тип, номер договора и дата его заключения, органы, проводящие государственную регистрацию;
- пятый — регистрация нового владельца земельного участка. Графическая часть системы (геодезия) обеспечивается средствами для ввода, хранения и анализа информации об объектах базы данных, имеющих картографический образ (таких, как земельные участки, базисы и реперные точки, схемы теодолитных ходов), и предназначена для реализации следующих действий: ведение каталога базисов; ввод и обработка геодезических измерений (в том числе по данным GPS); формирование планов участков кварталов со строгим контролем соблюдения смежности границ соседних участков; формирование и печать выходных документов (планы земельных участков, схемы теодолитных ходов, выписки геоданных, ведомости вычисления координат и т. п.) в различных форматах с возможностью внесения изменений в картографический образ выходного документа.

Все объекты, представленные на кадастровой карте, имеют геодезическую привязку, т. е. их положение определено в той или иной системе координат.

В приложении «Геодезия» используется координатная система 1963 г. Особенность данного приложения в том, что Одинцовский район попадает в две координатные зоны (зоны 2 и 3) и объекты из разных частей района существуют в разных координатных зонах.

В таком варианте невозможны единая обработка координат объектов из разных зон и тем более отображение объектов всего района на единой карте. Поэтому реализованы дополнительные вычислительные функции, с помощью которых координаты объектов из разных зон пересчитываются в единую «внутреннюю» систему и

обратно. На вход в формах ввода могут поступать координаты объектов любой зоны, однако все длины, углы и площади объектов рассчитывают с использованием координат той зоны, в которой реально расположен объект, что обеспечивает корректность вычислений в пределах данной координатной системы. Расчет по формулам Гаусса — Крюгера обеспечивает точность вычислений.

Для автоматизированной информационной системы земельного кадастра, основанной на применении данной программы, интерес представляет цифровая кадастровая карта. Для связи объектов базы данных по земельным участкам с их представлениями на кадастровой карте используются кадастровые номера. Цифровая кадастровая карта района представляет собой совокупность графических и семантических данных, связанных единым идентификатором, что позволяет создавать информационную основу ведения земельного кадастра.

В графической части программы ведется работа со следующими объектами: кварталами, участками, базисами, измерениями, точками, массивами точек. Формирование планов осуществляется только по зарегистрированным объектам и не предназначено для регистрации новых земельных участков и собственников. Для ввода на карту участка необходимо, чтобы в базе данных уже имелась информация об участке (ему должен быть присвоен кадастровый номер и определен собственник). Таким образом, осуществляется связь между базами данных, которые формируются в программе первичной регистрации собственников и земельных участков (Kadastr) и программе (Deal), в которой отражаются все этапы различных сделок с участком.

Объекты формируются в несколько этапов: ввод измерений; создание объекта на карте; работа с объектами; печать документов.

Все объекты карты, поддерживаемые в системе, формируются из предварительно созданных узловых точек, определяющих их конфигурацию.

Сами измерения в данной программе можно вводить вручную с клавиатуры, из GPS-файла, а также существуют ввод и обработка измерений теодолитного хода. После создания на карте необходимых точек формируются объекты (земельные участки). Графическая часть системы обеспечивает возможность контроля и учета данных каждого отдельного объекта.

Программа Admin позволяет добавлять в базу данных новые кварталы, регистрировать юридические лица. Admin по запросу формирует первичные и вторичные списки собственников, печатая их в форму, разработанную налоговыми службами, а также списки юридических лиц.

Автоматизированная система ведения земельного-кадастровой информации **ROSCAD**. Разработчик — РКЦ «Земля».

Сибирским региональным кадастровым центром «Земля» ведутся работы по разработке программных продуктов для автоматизации различных аспектов кадастровой, землеустроительной и геодезической деятельности. В настоящее время эти разработки объединены в программный комплекс ROSCAD. Система состоит из модулей:

1. Модуль «Семантика» — применяется для автоматизированного ведения ГЗК и решения следующих задач:

- автоматизация документооборота;
- реализация процесса формирования объектов кадастрового учета, ввода характеристик и присвоения кадастровых номеров объектам учета;
- реализация процесса государственного кадастрового учета;
- внесение сведений о правах на объекты учета, а также учет ограничений и обременении в пользовании объектами учета;
- автоматизированное формирование и печать форм ЕГРЗ;
- формирование и печать форм статистической отчетности, списков плательщиков земельного налога и других отчетных документов.

2. Модуль «Объекты» — предназначен для создания объектной базы данных, корректировки координатной базы данных с использованием материалов наземной, аэрофото — и видеосъемки, а также для связи семантической и метрической информации, обработки метрической и создания объектной базы данных. Позволяет решать следующие задачи:

- проводить операции с ветвями, точками, контурами (объектами) и надписями;
- определять площади объектов;
- печатать графические отчетные формы и фрагменты карт;
- устанавливать связи с семантическими базами данных.

3. Модуль «Координаты» предназначен для обновления координатных баз данных, а также для создания координатной базы данных па основе использования материалов наземной, аэрофото-, видеосъемки. Для улучшения точностных характеристик объектов решаются задачи с использованием методов фототриангуляции.

Позволяет решать следующие задачи:

- обновлять цифровые планы, карты или схемы по трансформированным растровым изображениям данной местности;
- обеспечивать межевание, создавать и уравнивать опорную геодезическую сеть, решать геодезические задачи;
- формировать земельные участки и другие объекты недвижимости;
- учитывать искажения растрового изображения, обрабатывать перспективные изображения;
- контролировать существующий графический векторный материал по сканированным аэрофотоснимкам или оцифрованным видеокдрам.

4. Модуль «ДКК» применяется для ведения дежурной кадастровой карты и решения задач:

- формирования объектов учета;
- формирования и учета поворотных точек границ;
- печати форм ДКК.

ГИС «**Земельный кадастр**». Разработчик «ИНФОРМАТИКА-Центр ГИС», г. Ростов-на-Дону.

Система предназначена для ведения земельного кадастра, позволяет создавать и вести дежурную карту города, в растровой и векторной форме, формировать объекты учета (земельные участки, кадастровые зоны), определять их площадь и периметр. В текстовые базы вводится информация о характеристиках земельного участка, данные о землепользователе и о правовых документах на землю. В справочники введены типовые формулировки по законодательным документам. Эта информация связывается с объектами, что позволяет проводить оперативный поиск необходимых данных в базе.

Система позволяет решать следующие задачи:

- обеспечивать ввод координат поворотных точек границ объектов, в т.ч. земельных участков, сельскохозяйственных угодий и т. п., по растровой подложке, по измерениям теодолитного хода, по вычисленным координатам;
- редактировать изображения объектов;
- измерять расстояния и площади объектов;
- вводить текстовую информацию в регистрационные таблицы;
- архивировать информацию с сохранением истории;
- осуществлять поиск и выборку информации по различным критериям;
- печатать список налогоплательщиков, свидетельств на право собственности на землю, договоров аренды и форм государственного учета;
- печатать графические приложения к документам;
- печатать дежурную кадастровую карту.

БелГИС. Разработчик институт ВИОГЕМ (г. Белгород). Программный пакет «БелГИС» разработан и применяется для автоматизированной системы ведения земельного кадастра.

БелГИС является универсальной ГИС, которая может использоваться в различных проблемных областях. Одной из таких областей является создание информационной основы земельного кадастра и его текущее ведение (сбор земельно-кадастровой информации, и ее постоянная актуализация). Для автоматизации этого процесса был разработан, на основе системы БелГИС, специальный модуль Бел-Кадастр, обладающий всеми функциональными возможностями ГИС, плюс система ведения информации о географических и фактографических (описательных) характеристиках участков земельной собственности.

Информационная основа земельного кадастра создается в результате проведения таких земельно-кадастровых работ, как инвентаризация земель и кадастровые съемки. Текущее ведение земельного кадастра использует результаты земельно-кадастровых работ, отнесенных к отдельному участку. Оба вида работ являются главными источниками получения пространственных данных, составляющих содержание земельного кадастра.

Результаты инвентаризации земель какой-либо территории представляются на картографическом материале, а на кадастровой карте отображены фактические границы всех земельных участков. Кроме того, к земельному участку привязаны фактографические данные.

С помощью этого модуля решаются задачи формирования земельных участков, включая ввод координат контуров земельных участков на основе геодезических измерений, присвоение кадастровых номеров новым земельным участкам, выполнение контроля по описанию смежеств земельных участков, а также задачи подготовки справочной и отчетной документации в текстовом и графическом виде.

ArcCadastre. Продукт разработан Lantmateriet (Национальная земельная служба Швеции) в сотрудничестве с компаниями ESRI, Leica Geosystems и Safe Software и основан на самых современных информационных технологиях.

ArcCadastre создан как многоцелевой инструмент для работы как с географическими, так и с непространственными данными из других баз данных. Возможности расширения функциональности ArcCadastre очень широки, благодаря использованию COM технологии. Наиболее интересным новшеством ArcCadastre является поддержка концепции рабочих потоков — четко заданных и жестко контролируемых действий на уровне отдельных этапов работ. Система подскажет пользователю, что нужно делать, какие документы затребовать, какие оповещения произвести, за какое время выполняется работа и т. п. Система является открытой — это означает, что программное обеспечение может быть адаптировано под национальное земельное законодательство и процедуры проведения кадастровых работ в России.

Для проведения работ по Государственной кадастровой оценке земель в РКЦ «Земля» разработана уже упомянутая выше автоматизированная система ведения земельно-кадастровой информации **ROSCAD**. Для решения задач по кадастровой оценке земель система включает в себя следующие модули:

1. Модуль «Ozemwin» — применяется для кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. Позволяет решать следующие задачи:

- формирование и ведение почвенных классификаторов;
- автоматическое формирование каталога и шкалы бонитировки почв;
- формирование земельно-оценочных шкал;

- выдача выходной документации различного характера;
- оценка технологических свойств и качества земель;
- кадастровой и рентной оценки земель;
- оценки местоположения земель.

2. Модуль Аренда — применяется для учета земельных участков, сдаваемых в аренду. Позволяет решать следующие задачи:

- регистрацию правоустанавливающих и правоудостоверяющих документов на аренду земельных участков;
- расчет арендной платы;
- контроль за полнотой и своевременностью поступления арендной платы за землю;
- сбор и анализ накапливаемой информации о земельных участках, сдаваемых в аренду.

3. Модуль OsReg — применяется для кадастровой оценки земель населенных пунктов.

■ § 28. Использование ГИС для охраны окружающей среды и мониторинга земель

Обострение экологической ситуации делает все более актуальными работы по созданию информационных баз, прикладных геоинформационных систем и использованию ГИС-технологий для решения комплекса проблем, возникающих в области природопользования и охраны окружающей среды. В области мониторинга земель посредством ГИС возможно решение следующих основных задач [2]:

- отражение текущего состояния земельных ресурсов по отдельным параметрам или их возможным совокупностям в виде картосхем различного масштаба по различным территориальным единицам и уровням;
- оценка состояния и динамика земельных ресурсов по различным параметрам (эрозия, засоление, загрязнение почв, кислотность и т. д.);
- оценка площади и продуктивности сельскохозяйственных угодий;
- прогноз возможного изменения качества земель;
- оценка экономического ущерба от загрязнения земли воздушными, водными и другими источниками;
- моделирование экологических процессов на земле и др.

Кроме того, немаловажными задачами в этой связи являются работы по:

- паспортизации земельных участков;
- оценке экологического состояния территории, загрязненности почвенного покрова и растительности тяжелыми металлами, радионуклидами и т. п.;
- выявлению источников загрязнения и анализа размещения объектов, загрязняющих территорию;

- моделированию распространения загрязнений в поверхностных и подземных водах, атмосфере при решении задач масс-энергопереноса;
- контроль за использованием и охраной земель.

Для ведения работ по охране окружающей среды и мониторинга земель во всем мире и в России используют большое число ГИС-продуктов, т. к. анализировать какие-либо изменения на основе пространственных данных полноценно могут только графо-аналитические географические информационные системы. Среди отечественных пакетов в области мониторинга широкое применение получили ГИС «Альбея», «Новая Земля», «Панорама», Photomod и GeoDraw/GeoGraph, а также разработанная в ЮРКЦ «Земля» (г. Таганрог) **АКС «Землепользование»**, позволяющая эффективно управлять имеющейся у компании земельной и иной недвижимостью, осуществлять взаимодействие с органами власти, производить оперативный анализ количественного и качественного состава земель.

Из общеизвестных в мире ГИС следует отметить ArcInfo (ArcView) и MapInfo. Данные средства мощны и быстры в области пространственного анализа и бесспорно хороши для решения задач по охране окружающей среды.

ГИС федерального уровня, содержащие экологический компонент, в 90-е гг. XX в. разрабатывали во многих ведомствах России: в Госкомэкологии РФ (ГИС «Особо охраняемые территории»), Роскартографии (ГИС «Север» и ГИС «Байкал»), Госстрое РФ (карты сейсмического районирования, риска строительства в связи с развитием опасных природно-техногенных процессов), Министерстве природных ресурсов (ГИС по геологии и недропользованию), Министерстве путей сообщения (ГИС экологического мониторинга загрязнения железнодорожных объектов и прилегающих территорий), Министерстве по чрезвычайным ситуациям (I очередь ГИС РСЧС), Росгидромете (ГИС в составе комплексов обработки гидрометеорологической информации и информации о загрязнении окружающей среды). Все эти ГИС планировали использовать в качестве компонентов единой системы ГИС ОГВ (ГИС органов государственной власти). Этот масштабный проект прошел лишь стадию проектных работ, формируя экологическую подсистему ГИС.

Нельзя не отметить и разработанную в ЮРКЦ «Земля» **АС Госконтроль**, которая предназначена для автоматизации технологических процессов государственного земельного контроля в территориальных органах Роснедвижимости. Автоматизированная система решает следующие задачи:

- ведение журнала поступивших на рассмотрение материалов;
- ведение архива дел по фактам нарушения земельного законодательства;

- ведение книги проверок соблюдения земельного законодательства;
- автоматизированную поддержку ведения реестра протоколов заседаний по рассмотрению материалов проверок;
- автоматизированную поддержку процедур наложения штрафных санкций;
- контроль сроков уплаты штрафов и устранения нарушений земельного законодательства.
- формирование и печать документов государственного земельного контроля, подготовку произвольных отчетов и справок;
- ведение классификаторов;
- ведение структурированных справочников адресной системы;
- авторизацию доступа, разграничение прав доступа к данным и протоколирование действий операторов;
- обмен данными между территориальными органами различных уровней.

В качестве основного требования, предъявляемого к применяемым ГИС и АС, следует отметить требования к описанию структур исходных данных и содержанию выходной информации. Меньшие требования предъявлялись к выбору программных средств и качественной цифровой топоосновы. Связано это с масштабом работ (1:3 000 000 – 1:20 000 000), при котором основными территориальными единицами, к которым привязываются семантические данные, являются субъекты Российской Федерации и наиболее крупные населенные пункты.

Основную массу реально функционирующих ГИС экологической направленности сформировали территориальные подразделения Госкомэкологии РФ, причем опыт эксплуатации географических информационных систем природоохранной направленности показывает, что проектирование, создание и особенно эксплуатация ГИС являются работами повышенной сложности, что не всегда очевидно заказчикам работ.

Аналитическая продукция ГИС позволяет облегчить постановку и решение многих практических задач природоохранной деятельности, однако эксплуатационные затраты средств и рабочего времени (в том числе квалифицированного персонала) у таких информационных систем настолько велики, что во многих случаях после начального периода информационной системы совершенствование ГИС продолжается.

1. Берлянт А.М. Географические информационные системы в науках о Земле // Сб. Науки о Земле. М.: МГУ, 1999.
2. Варламов А.А., Гальченко С.А. Земельный кадастр. Географические и земельные информационные системы. Т. 6. М.: Колосс, 2005.
3. Волков С.Н. Землеустройство // Системы автоматизированного проектирования в землеустройстве. Т. 6. М.: Колос, 2002.
4. Ерунова М.Г. Географические информационные системы и земельные информационные системы. Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2010.
5. Кадничанский С.А. ГИС-технологии создания карт земельных ресурсов. М.: ГУЗ, 2005.
6. Лебедев П.П. Научные основы картографического обеспечения системы земельного кадастра: Автореф. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. М.: ГУЗ, 2002.
7. Лебедев П.П., Раков В.П. Теория и методы кадастрового картографирования с применением географических информационных систем. М.: ГУЗ, 2001.
8. Раков В.П. Географические информационные системы в тематической картографии. М.: ГУЗ, 2006.

А

Автоматизированная картографическая система (АКС) — (англ. auto-matic (al) mapping sistem, computer — aided mapping system, САМ) — производственный и (или) научно-исследовательский комплекс автоматизированных картографических приборов, компьютеров, программных и информационных средств, функционирующих как единая система с целью создания и использования карт.

Аналитическая фототриангуляция — способ определения по опорным точкам координат других точек местности фотограмметрическими методами. В результате получают не только искомые координаты точек местности, но и так называемые элементы внешнего ориентирования модели, которые позволяют определить пространственное положение стереомодели в момент фотографирования.

Атрибут (англ. attribute), *син. реквизит* — свойство, качественный или количественный признак, характеризующий *пространственный объект* (но не связанный с его местоуказанием) и ассоциированный с его уникальным номером, или *идентификатором*; наборы значений А. (attribute value) обычно представляются в форме таблиц средствами реляционных СУБД. Для упорядочения, хранения и манипулирования атрибутивными данными (attribute data) используются средства *систем управления базами данных*, как правило реляционного типа. В более широком смысле под А. понимается любое, пространственное и непространственное свойство объекта; в этом случае говорят о пространственных А. (spatial attribute) и непространственных А. (aspatial attribute). Процесс присвоения пространственным объектам А. или связывания объектов с А. носит название атрибутирования (attribute tagging, attribute matching).

Аэрофотосъемка — фотографирование местности и объектов на земной поверхности с летательного аппарата (самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов) для составления по полученным снимкам топографических карт. Различают плановую и перспективную, а также панорамную и планово-перспективную аэрофотосъемку. Аэрофотосъемка может производиться во всех диапазонах оптического спектра, в т. ч. посредством многоспектральных сканирующих систем, включающих систему обработки сложных данных.

Аэрофотоснимок (англ. aerial photograph, aerial photo, aerophoto, print) — двумерное фотографическое изображение земной поверхности, полученное с воздушных летательных аппаратов и предназначенное для исследования видимых и скрытых объектов, явлений и процессов посредством *дешифрирования* и измерений. В зависимости от высоты, с которой производится фотографирование, получают А. крупномасштабные, среднемасштабные и мелкомасштабные (высотные). Если

отклонение оптической оси фотографирования от отвесной линии не выходит за пределы допустимого, получаются *плановые А.* (vertical aerial photograph), если ось имеет существенный наклон — *перспективные А.* (oblique, aerial photograph, persrective aerial photograph). В зависимости от типа используемой *фотоленки* (photographic film) различают *черно-белые*, или *монохромные А.* (black-and-white aerial photograph, monochrome aerial photograph), *цветные А.* (colour aerial photograph), *спектрозональные А.* (false colour composite), а по способу печати с фотопленки могут быть *контактные А.* (conact print) и *увеличенные А.* (enlargement print). Различают *одиночные А.* (single photographs, single-lens photograph) и *стереоскопические А.* (stereoscopic photograph, stereopair). Последние дают возможность воспроизводить реалистичное трехмерное изображение при их стереоскопическом просмотре на специальных стереоприборах или в процессе трехмерной *визуализации* на экране компьютера. На основе А. создают *накидные монтажи* и *репродукции накидного монтажа* (mosaic, photographic strip) — сфотографированные мозаики смежных снимков района исследований; *фото-схемы* (photomontage) — изображения, полученные путем монтажа центральных частей нетрансформированных снимков; *фотопланы* (aerial photoplan) — изображения, полученные путем монтажа трансформированных снимков; *ортофотопланы* rtophoto (graph), orthophotoplan, orthophotomap) — фотографические изображения местности в ортогональной проекции, в которых устранены искажения за рельеф; *фотокарты* (photomap) — фотопланы с координатами, подписями географических названий, изображением рельефа в горизонталях, легендой и другими элементами карт.

Б

База Данных (БД) (англ. data base) — поименованная совокупность данных, организованная по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными. Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляется с помощью Системы Управления Базами Данных (СУБД). Необходимо различать наборы данных (собственно БД) и программное обеспечение, предназначенное для организации и ведения баз данных (СУБД). *Структура БД* предполагает наличие графических баз данных, где хранятся пространственные данные, таблиц атрибутивов для хранения семантической (смысловой) информации, таблицы идентификаторов. По виду модели БД разделяются на:

- иерархические;
- сетевые;
- реляционные.

На уровне физической модели электронная БД представляет собой файл или их набор в формате TXT, CSV, Excel, DBF, XML либо в специализированном формате конкретной СУБД. Также в СУБД в понятие физической модели включают специализированные виртуальные понятия, существующие в ее рамках — таблица, табличное пространство, сегмент, куб, кластер и т. д. В настоящее время наибольшее распространение по-

лучили реляционные базы данных и СУБД, такие как dBase, Clipper, Foxbase, Paradox, ORACLE. Сетевые и иерархические базы данных считаются устаревшими. Некоторое возрождение получили иерархические базы данных в связи с появлением и распространением XML.

Бит (англ. binary digit; также игра слов: англ. bit — немного)

1. По Шеннону бит — это двоичный логарифм вероятности равновероятных событий или сумма произведений вероятности на двоичный логарифм вероятности при равновероятных событиях.
2. Один разряд двоичного кода (двоичная цифра). Может принимать только два взаимоисключающих значения: да или нет, 1 или 0, включено или выключено, и т. п.
3. Базовая, не делимая далее единица измерения количества информации. Это тождественно количеству информации в ответе на вопрос, допускающем ответы «да» либо «нет» и никакого другого (то есть такое количество информации, которое позволяет однозначно ответить на поставленный вопрос). В одном двоичном разряде содержится один бит информации.

В настоящее время бит — это наименьшая возможная единица измерения информации в компьютерной технике.

Байт (англ. byte) — единица измерения количества информации, по умолчанию байт считается равным восьми битам (в этом случае может принимать 256 (2^8) различных значений).

Б. служит в качестве единицы измерения объема памяти и емкости запоминающего устройства:

1 килобайт (Кбайт, К) равен 1024 байт;

1 мегабайт (Мбайт, М) равен 1024 килобайт;

1 гигабайт (Гбайт, Г) равен 1024 мегабайт;

1 терабайт (Тбайт, Т) равен 1024 гигабайт;

1 петабайт (Пбайт, П) равен 1024 терабайт.

В

Вектор — отрезок прямой, заданный координатами начала и конца отрезка, а также направлением (углом относительно осей координат).

Векторная форма — это такая форма представления точечных, линейных и полигональных пространственных объектов, в которой информация о местоположении объектов, их очертаниях дается в виде структурированного набора координат точек объекта.

Векторизация (цифрование, дигитализация) (англ. vectorization, raster to vector conversion) — автоматическое или полуавтоматическое преобразование (конвертирование) *растрового представления* пространственных объектов в *векторное представление* с помощью определенного набора операций, которые предоставляются специализированными программными средствами — *векторизаторами*. Простые *векторизаторы*, выполняющие *трассировку* (tracing) растровых изображений или слоев данных, могут входить в состав графических редакторов или программных средств ГИС, обслуживая чисто графические операции.

Векторный способ кодирования изображений — вид кодировки графических изображений, основанный на геометрии, но не точек (как в растровой графике), а кривых. В отличие от растра векторное изображение состоит из отдельных линий-направляющих (векторов) которые образуют изображение. В файле хранится информация не о каждой точке, а об элементах, из которых состоит изображение, т. е. о направляющих, из которых она создана. Векторные изображения занимают сравнительно небольшой объем памяти и легки в редактировании. Любой элемент изображения может быть изменен отдельно от других. Изображение легко меняет размер, не теряя качества и сохраняя первоначальную композицию (расположение элементов) Вектор пластичен, что позволяет отображать его на устройствах с различной разрешающей способностью одинаково качественно. Изображения векторной графики просты по визуальному восприятию и в основном выглядят «нарисованными».

Достоинства векторной графики:

1. Малый объем памяти. При кодировании векторного изображения хранится не само изображение объекта, а координаты четырех точек, поэтому объем памяти очень мал по сравнению с точечной графикой.
2. Свобода трансформации. Векторное изображение можно вращать, масштабировать без потери качества изображения. Объекты векторной графики просто трансформируются и ими легко манипулировать, что не оказывает практически никакого влияния на качество изображения.
3. Аппаратная независимость. Векторная графика «работает» с «идеальными» объектами, которые сами приноравливаются к изменениям: можно не знать, для каких устройств делается тот или иной документ. Векторная графика максимально использует возможности разрешающей способности любого выводного устройства: изображение всегда будет настолько качественным, насколько способно данное устройство.

Векторно-растровое преобразование — преобразование векторного представления пространственных объектов в растровое представление путем присваивания элементам растра значений, соответствующих принадлежности или непринадлежности к ним элементов векторных записей объектов.

Векторные графические форматы — AI (Adobe Illustrator)

AI поддерживают практически все программы, так или иначе связанные с векторной графикой. Этот формат является наилучшим посредником при передаче изображений из одной программы в другую, с PC на Macintosh и наоборот. В целом, несколько уступая Corel DRAW по иллюстративным возможностям (может содержать в одном файле только одну страницу, имеет маленькое рабочее поле — этот параметр очень важен для наружной рекламы — всего 3 × 3 метра) тем не менее, он отличается наибольшей стабильностью и совместимостью с языком PostScript, на который ориентируются практически все издательско-полиграфические приложения.

CDR (CorelDRAW)

CDR — основной рабочий формат популярного пакета Corel DRAW, являющийся неоспоримым лидером в классе векторных графических редакторов на платформе PC. Имеет сравнительно невысокую устойчивость и проблемы с совместимостью файлов разных версий формата, тем не менее формат CDR, особенно последних, 7-й и 8-й версий, можно без натяжек назвать профессиональным. В файлах этих версий применяется раздельная компрессия для векторных и растровых изображений, могут внедряться шрифты, файлы CDR имеют огромное рабочее поле 45 × 45 метров, поддерживается многостраничность.

WMF

Формат Windows, но векторный. Понимается практически всеми программами Windows, так или иначе связанными с векторной графикой. Однако, несмотря на кажущуюся простоту и универсальность, пользоваться форматом WMF стоит только в крайних случаях, поскольку он не может сохранять некоторые параметры, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах, не воспринимается Macintosh-ами, и, самое главное, способен исказить цветовую схему изображения.

Г

География (греч. γεωγραφία, землеописание, от γηα — Земля и γραφειν — писать, описывать):

1. Единый комплекс наук, изучающих географическую оболочку Земли и акцентирующихся на выявлении пространственно-временных закономерностей. Основными объектами изучения географических наук являются геосферы (биосфера, атмосфера, литосфера, гидросфера и почвенный покров) и геосистемы (ландшафты, природные зоны, биогеоценозы...).
2. Свод знаний о пространственно-временных особенностях какой-либо территории, объекта, явления или процесса (география материков и океанов, география России, география тундры, география распространения птичьего гриппа, география карстовых процессов N-ской области).

Географические координаты — широта и долгота, определяют положение точки на поверхности земного эллипсоида.

- Широта φ — угол между линией, проведенной из данной точки до центра планеты, и плоскостью экватора, отсчитываемый от 0 до 90° в обе стороны от экватора. Географическую широту точек, лежащих в северном полушарии, (северная широта) принято считать положительной, широту точек в южном полушарии — отрицательной.
- Долгота λ — угол между плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, и плоскостью начального нулевого меридиана, от которого ведется счет долготы. Сейчас на Земле за нулевой меридиан принят тот, что проходит через старую Королевскую обсерваторию в городе Гринвич, и поэтому он называется Гринвичским меридианом. Долготы от 0 до 180° к востоку от нулевого меридиана называют во-

сточными, к западу — западными. Восточные долготы принято считать положительными, западные — отрицательными.

Географическая основа карты (англ. topographic base, topographical basis, base map) — *син. топографическая основа карты, жарг. топооснова* — общегеографическая часть *тематической* или *специальной карты*, используемая для привязки данных, нанесения тематического содержания, ориентирования при работе с картой. Г.о.к. обычно включает следующие элементы: гидрографию, границы, населенные пункты, элементы растительности, рельеф, дорожную сеть.

Геодезия (англ. geodesy) — область науки, техники и производства, разрабатывающая средства и методы измерений, а также методы вычислений взаимного и пространственного положения объектов, параметров Земли и ее объектов и изменения этих параметров во времени. Составляет из следующих дисциплин: *теоретическая геодезия* (theoretical geodesy, physical geodesy) — занимается разработкой теорий и методов определений фигуры Земли (ее формы и размеров), внешнего гравитационного поля и их изменений во времени, используя астрономо-геодезические, гравиметрические, спутниковые и другие измерения высокой точности; *сфероидическая геодезия* (spheroid (al) geodesy, geodesy on the ellipsoid) — изучает геометрию земного эллипсоида, методы решения геодезических задач на его поверхности и в трехмерном пространстве, теорию его отображения на сфере, а также отображения на плоскости с целью введения плоских прямоугольных координат; *основные геодезические работы* (basic geodetic survey) — изучает средства и методы высокоточных геодезических измерений, а также методы математической обработки результатов измерений с целью построения и закрепления на местности плановых и высотных государственных *геодезических сетей* (эти три дисциплины традиционно составляют содержание *высшей геодезии* — geodetic survey (ing), higher geodesy, higher survey (ing)); *космическая, или спутниковая геодезия* (celestial geodesy, satellite geodesy, space geodesy) — изучает вопросы использования наблюдений искусственных и естественных спутников Земли для решения научных и научно-технических задач Г.; *топография* (topography) — изучает средства и методы геодезических измерений с целью отображения земной поверхности на топографических планах и картах; *морская геодезия* (marine geodesy) — решает задачи Г. в пределах Мирового океана; *прикладная, или инженерная геодезия* (applied geodesy, engineering geodesy) — изучает методы геодезических измерений, выполняемых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, монтаже оборудования, а также эксплуатации природных ресурсов; *маркшейдерское дело* (mining geodesy, mine-survey) — отрасль Г. в горной науке и технике, занимается пространственно-геометрическими измерениями в недрах Земли и их отображением на планах, картах и другой документации. Свои задачи Г. решает в тесном сотрудничестве с астрономией и гравиметрией (разделы этих наук, разрабатывающие вопросы соответствующих измерений в интересах Г., называют гео-

дезическими), тесно связана с *картографией, ГИС, фотограмметрией, дистанционным зондированием*, науками о Земле, математикой, физикой и др.

Географические данные — цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах.

Геоид (англ.-geoid) — фигура Земли, образованная поверхностью, совпадающей с поверхностью Мирового океана в состоянии покоя и равновесия, и продолженная под материками.

Геоинформатика — наука, технология и производственная деятельность: — по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем; — по разработке геоинформационных технологий; — по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или научных целей.

Гигабайт — единица емкости памяти или длины записи, равная 1024 мегабайтам. Под Г. понимают также значение 10^3 мегабайтов, 10^6 килобайтов, 10^9 байтов. Сокращенная форма — Гбайт.

Географическая информационная система (ГИС):

1. Аппаратно-программный автоматизированный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, хранение, обновление, анализ и воспроизведение топографо-геодезической, земельно-ресурсной и другой картографической информации об объектах и явлениях природы и общества.
2. Программное средство ГИС — программный продукт, в котором реализованы функциональные возможности ГИС.

Д

Дигитайзер (англ.-digitizer) — цифрователь, жарг. *сколка, когировочный планшет* — координатное устройство в виде малогабаритного планшета для ручного преобразования графической информации в цифровой вид в виде множества или последовательности точек, положение которых описывается прямоугольными декартовыми координатами. Конструкция устройства включает собственно планшет и «указатель». Принцип действия планшета основан на фиксации положения курсора на его поверхности при помощи встроенной сетки. Шаг сетки определяет разрешающую способность устройства, которая в настоящее время составляет от $\pm 0,13$ до $\pm 0,75$ мм. Различают электростатические, акустические и электромагнитные планшеты. Электромагнитные планшеты по отношению к электростатическим обладают более высокой разрешающей способностью и помехозащищенностью. Стандартные размеры рабочего поля планшета находятся в пределах от 3×2 дюйма до 44×62 дюйма (соответственно от $7,6 \times 5,1$ см до 112×157 см).

Использование графических планшетов связано со специальным программным обеспечением, в том числе *драйверами, пакетами прикладных программ*.

Дигитализация (цифрование) — перевод аналоговых данных в цифровую форму, доступную для обработки на компьютере или хранения на магнитных носителях, с помощью дигитайзеров.

Дистанционное зондирование местности; Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. Рабочий диапазон съемочной аппаратуры составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). Методы зондирования могут быть пассивные, т. е. используются естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активные — использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с КА, характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на КА используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующие электромагнитное излучение в различных диапазонах. Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии. КА для исследования природных ресурсов оснащаются в основном оптической или радиолокационной аппаратурой. Преимущества последней заключаются в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время суток независимо от состояния атмосферы.

Дисплей (англ. display), *монитор* — устройство вывода, осуществляющее визуальное представление или отображение выводимых данных на экран компьютера.

Драйвер (англ. driver) — программа, обеспечивающая взаимодействие операционной системы с физическим устройством (например, Д. принтера, Д. мыши, Д. экрана и т. п.).

3

Земельно-информационная система (ЗИС) — (англ. Land Information System) — географическая информационная система земельно-ресурсной и земельно-кадастровой специализации.

Землеустройство — мероприятия по изучению состояния земель, планированию и организации рационального использования земель и их охраны, образованию новых и упорядочению существующих *объектов землеустройства* и установлению их границ на местности (территориальное З.), организации рационального использования гражданами и юридическими лицами *земельных участков* для осуществления сельскохозяйственного производства, а также по организации территорий, используемых общинами коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ и лицами, относящимися к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ, для обеспечения их традиционного образа жизни

(внутрихозяйственное З.). Правовое регулирование отношений при проведении З. осуществляется ФЗ «О землеустройстве» от 24 мая 2001 г., другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ, а также законами и иными нормативными правовыми актами субъектов РФ.

Земельный кадастр (англ. Land cadastre) — систематизированный свод достоверных сведений:

- о природном, хозяйственном и правовом положении земель РФ;
- местоположении, размерах и качественных характеристиках земельных участков;
- владельцах земельных участков;
- правовом режиме землепользования;
- оценке земельных участков.

Земельный кадастр используется для исчисления налогов на землю и регулируется положениями Федерального закона РФ от 02.01.2000 № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре».

И

Идентификатор (англ. identifier) — уникальный номер, присваиваемый пространственному объекту слоя автоматически или назначаемый пользователем; позволяет однозначно определить объект из подобного множества данных.

Изолинии — линии равных значений какого-либо количественного показателя (изогипсы, изотермы, изобаты и т. п.). Это очень удобный, гибкий и высокоинформативный способ изображения. Он позволяет передать не только количественные характеристики явлений, но и их динамику, перемещение, связь одних явлений с другими. Изолинии применяют для реальных непрерывных (рельеф суши и морского дна, температура, количество осадков) и условно-непрерывных (плотность населения, густота овражно-балочной сети) явлений.

Интерфейс (англ. interface) — совокупность средств и правил, обеспечивающих взаимодействие компьютерных систем и входящих в их состав устройств, программ, а также пользователя с системой.

К

Кадастр — систематизированный свод данных, опись объектов и явлений. Кадастр содержит рекомендации по использованию и охране природных объектов. Различают водный, земельный, лесной и другие кадастры.

Карта (англ. map) — построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков. К. рассматривается как образно-знаковая модель, обладающая высокой информативностью, пространственно-временным подобием относительно оригинала, метричностью, особой обзорностью и наглядностью,

что делает ее важнейшим средством познания в науках о Земле и социально-экономических науках. По масштабу различают *крупномасштабные* (large scale maps) [1:100 000 и крупнее], *среднемасштабные* (medium scale maps) [1:200 000 — 1: 1 000 000] и *мелкомасштабные* (small scale maps) [мельче 1: 1 000 000]. В соответствии с содержанием различают следующие группы (виды) карт: *общегеографические карты* (general map), *тематические* (thematic map), в т. ч. *карты природы* (natural map), *социально-экономические* (social and economic map), *взаимодействия природы и общества* (maps of nature and society interaction), а также *специальные* (special, special-purpose maps). Все они могут быть *аналитическими*, *комплексными* или *синтетическими картами*. По практической специализации различают несколько типов К.: *инвентаризационные* (inventory maps), показывающие наличие и локализацию объектов; *оценочные* (evaluative maps), характеризующие объекты (напр., природные ресурсы) по их пригодности для каких-либо видов хозяйственной деятельности; *рекомендательные* (recommendative maps), показывающие размещение мероприятий, предлагаемых для охраны, улучшения природных условий и оптимального использования ресурсов; *прогнозные* (prognostic maps, forecast maps), содержащие научное предвидение явлений, не существующих или неизвестных в настоящее время.

Картография (англ. cartography, mapping science) — область науки, техники и производства, охватывающая создание, изучение и использование карт и др. картографических произведений. К. как наука имеет разные трактовки: наука об отображении и исследований явлений природы и общества посредством карт как моделей (*модельно-познавательная концепция* — modelling and cognitive conception, gnosiological conception); наука о картографической форме передачи информации (*коммуникативная концепция* — communicative conception, conception of cartographic communication); наука о языке карты (*языковая концепция* — language conception, linguistic conception); наука о системном информационно-картографическом моделировании и познании геосистем (*геоинформационная концепция* — geoinformational conception) и др. концепции. К. как наука подразделяется на разделы (дисциплины): общая теория К., *математическая картография*, *проектирование и составление карт*, *картографическая семиотика*, *оформление карт*, *издание карт*, экономика картографического производства, *использование карт*, история К., картографическое источниковедение, *картографическая библиография*, *картографическая информатика*, *картографическая топонимика*. Особо выделяется *географическая картография* (geographic (al) cartography) — отрасль К., занимающаяся картографическим отображением и исследованием геосистем.

Картографическая атрибутивная (семантическая) информация — информация в цифровом или текстово-графическом виде о количественных и качественных характеристиках объектов или явлений.

Картографическая информация — информация:

— представляемая в виде картографических произведений;

- содержащая сведения о картографических произведениях;
- используемая для создания и обновления картографических произведений.

Килобайт — единица емкости памяти или длины записи, равная 1024 байтам.

Кодировочный планшет — см. *gumтайзер*.

Космический мониторинг земель (лат. Monitor — напоминающий, надзирающий) — система наблюдения за состоянием земельного фонда для своевременного выявления изменений, их оценки, предупреждения и устранения последствий негативных процессов с помощью космических средств наблюдений. *Мониторинг* земель является составной частью мониторинга за состоянием окружающей природной среды. Космический мониторинг позволяет оперативно выявлять очаги и характер изменений окружающей среды, прослеживать интенсивность процессов и амплитуду экологических сдвигов, изучать взаимодействие техногенных систем.

Л

Легенда карты (англ. legend, map legend, sheet memoir) — свод *условных обозначений*, использованных на карте, с текстовыми пояснениями к ним. Обычно Л.к. создаются на основе классификаций изображаемых объектов и явлений, они становятся их графической моделью и часто служат для построения классификаторов. Большие и сложные Л.к. делятся на разделы и подразделы, причем графические средства и надписи подчеркивают их иерархическую соподчиненность.

М

Мегабайт — единица емкости памяти или длины записи, равная 1024 килобайтам.

Метаданные (англ. metadata) — данные о данных: каталоги, справочники, реестры, базы метаданных и иные формы описания наборов цифровых данных, содержащие сведения об их составе, содержании, статусе, происхождении, местоположении, качестве, форматах и формах представления, условиях доступа, приобретения и использования, авторских, имущественных и смежных с ними правах на данные.

Метрическая информация картографическая — цифровая и графическая информация, отражающая в определенной системе координат пространственное положение и геометрическое описание объектов карты.

О

Оверлей (англ. overlay) — операции наложения друг на друга двух и более слоев, в результате которой образуется графическая композиция исходных слоев или один производный слой, содержащий топологию этой композиции и атрибуты, арифметически или логически производные от значений атрибутов исходных объектов.

Опорные точки (опознаки) — закрепленные геодезическими знаками на земной поверхности точки, плановое положение и высота которых определены в единой системе координат с помощью геодезических методов (триангуляции, полигонометрии и др.). Необходимы для преобразования (трансформации) изображения в заданную проекцию и масштаб. **Ортогональная проекция** — частный случай параллельной проекции, когда ось или плоскость проекций перпендикулярна (ортогональна) направлению проектирования.

Ортофотоплан — фотографический план местности на точной геодезической опоре, полученный путем аэрофотосъемки с последующим преобразованием аэроснимков (из центральной проекции в ортогональную) на основе эффективного метода их дифференциального ортофототрансформирования, разработанного в середине 60-х гг. XX в. Последний, в отличие от известного метода трансформирования аэрофотоснимков по зонам, рассчитан на автоматизированное устранение искажений аэрофотоснимка (обусловленных рельефом местности и отклонениями оси аэрофотоаппарата от вертикали при съемке) путем последовательного проектирования трансформируемого изображения возможно малыми участками с помощью специальных приборов — ортофотопроекторов. Аэроснимки, преобразованные данным методом (т. н. ортофотоснимки), позволяют составить О. на любые районы, что существенно расширяет применение аэрофотосъемочных материалов при топографических, геологических и др. проектно-изыскательских работах.

П

Периферийные устройства (англ. peripherals, peripheral, peripheral devices, peripheral equipment, peripheral unit), *син.* **внешнее устройство, периферийное оборудование, жарг. периферия** — часть *аппаратного обеспечения*, конструктивно отделенная от основного блока компьютера; комплекс устройств для внешней обработки данных, обеспечивающий их подготовку, ввод, хранение, управление, защиту, вывод и передачу на расстояние по каналам связи. К П. у. ввода принадлежат *дигитайзеры, сканеры* и т. п. В группу устройств вывода входят *плоттеры, принтеры, мониторы* и т. п. П. у. *ввода и вывода* (input/output devices, I/O devices) образуют группу графических П. у. К средствам хранения (накопления) и архивирования принадлежат внешние *дискеты, стримеры* (streamer) и т. п. Сюда относят также *источник бесперебойного питания, ИБП* (uninterruptible power supply, UPS), *модем* и т. п.

Пиксель (англ. pixel, pel), *син.* **пэл, пиксел** — сокращение от англ. «picture element» («элемент изображения») — элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы — дискреты, ячейки или точки *растра*); характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения.

Планово-высотная привязка аэрофотоснимков — процесс опознавания на снимках точек местности и определение координат этих точек геодезическими методами. Привязка, обеспечивающая каждый снимок или каждую стереопару *опорными точками* (см.) в количестве, необходимом для фотограмметрической обработки, называют *плотной*, в противном случае — *разреженной*. Если в результате привязки у каждой точки определены все три координаты, то привязку называют *планово-высотной*, если только плановые координаты — *плановой*.

Плоттер (англ. plott — строить, наносить на карту), *син. плоттер, автоматический координатограф* — устройство отображения, предназначенное для вывода данных в графической форме на бумагу, пластик, фоточувствительный материал или иной носитель путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом. Различают *планшетные П.* (flatbed plotter) с размещением носителя на плоской поверхности, *барабанные П.* (drum plotter) с носителем, закрепляемым на вращающемся барабане, *рулонные или роликовые П.* (roll-feed plotter) с чертежной головкой, перемещающейся в одном направлении при одновременном перемещении носителя в перпендикулярном ему направлении. Изготавливаются в *напольном* (floor) и *настольном* (table) исполнении. По принципу построения изображения подразделяются на *векторные П.* (vector plotter) и *растровые П.* (raster plotter). Векторные П. создают изображение пером или карандашом. Растровые П., наследуя конструктивные особенности *принтеров*, создают изображение путем построчного воспроизведения, по способу печати подразделяясь на *электростатические П.* (electrostatic plotter) с электростатическим принципом воспроизведения, *струйные П.* (ink-jet plotter), основанные на принципе струйной печати (выдавливании красящего вещества через сопла форсунок), *лазерные П.* (laser plotter), воспроизводящие изображение с использованием луча лазера, *светодиодные П.* (LED-plotter), отличающиеся от лазерных П. способом перенесения изображения с барабана на бумагу, *термические П.* (thermal plotter), *микрофильм-плоттеры*, или *фотоплоттеры* (microfilm-plotter, photographic film recorder, photo plotter) с фиксацией изображения на светочувствительном материале. Основные конструктивные и эксплуатационные характеристики П., кроме названных выше: формат воспроизводимого изображения-оригинала, варьирующего обычно от А4 до А0 для П. нерулонного типа или измеряемого рабочей длиной барабана и максимальной длиной рулона (до нескольких десятков метров), *размер рабочего поля* (plotting area), *точность* (accuracy), *разрешение растровых П.* (обычно в пределах 300 — 2500 dpi), *скорость прорисовки* (plotting speed) или изготовления единицы продукции заданного формата, наличие или отсутствие собственной памяти (буфера), *интерфейс* и *программное обеспечение*.

Принтер (англ. print — печать) — *син. печатающее устройство* — устройство отображения текстовой (алфавитно-цифровой) и графической информации, основанное на том или ином принципе печати. Различают *алфавитно-цифровые печатающие устройства*, АЦПУ (line printer) со шрифтоносителем, выгравированном на поверхности цилиндра, назы-

вемые также *барабанными П.* (drum printer); *цепные печатающие устройства* (chain printer) с размещением печатающих элементов на соединенных в цепь пластинах; *гусеничные П.* (train printer) с многократно повторяющимся набором литер на гусеничной цепи; *лепестковые*, или *ромашковые П.* (daisywheel printer) — последовательные шрифтовые ударные устройства типа механических пишущих машинок (перечисленные выше типы П. обеспечивают исключительно алфавитно-символьную печать и практически вышли или выходят из употребления); *матричные П.* (dot matrix printer, matrix printer) с генерацией знака в виде точек *растра* путем удара иглол печатающей головки по красящей ленте (*разрешение* до 300 dpi), *лазерные П.* (laser printer), в которых изображение переносится лазерным лучем на бумагу или иной материал методом ксерографии, обеспечивая высокое разрешение (обычно 300 — 1200 dpi) и аналогичные им П. с переносом изображения с помощью матрицы светодиодных элементов, называемые *светодиодными П.* (LED printer); *термопринтеры* (thermal printer) и *П. с термопереносом* (thermal transfer printer), основанные на принципе термопечати на термочувствительной или обычной бумаге соответственно; *струйные П.* (ink-jet printer) с выдавливаем красящего вещества через сопла форсунок (обычно до 600 dpi). По возможности воспроизведения цвета подразделяются на *многоцветные П.* (colour printer) и *монохромные*, или *черно-белые П.* (black-and-white printer), обеспечивающие *штриховую* (outline) и/или *полутонную* (gray-tone, gray-scale) печать. Разница между высокопроизводительными принтерами и плоттерами высокого разрешения достаточно условна.

Пространственные данные — цифровые данные о пространственных объектах, которые характеризуют местоположение и геометрическое описание объектов в пространстве и относительно друг друга (на местности) (ГОСТ Р 50828 — 95 Геоинформационное картографирование, пространственные данные, цифровые и электронные карты, общие требования).

Пространственно-логические связи объектов — характерные отношения между объектами, определяющие их взаимное пространственное положение (соседство, пересечение, примыкание и др.) и логику взаимодействия друг с другом.

Пространственный объект (англ. feature, spatial feature, geographic (al) feature, object) — цифровое представление объекта реальности (entity), иначе *цифровая модель* объекта местности, содержащая его местоположение и набор свойств, характеристик, *атрибутов* (позиционных и непозиционных *пространственных данных* соответственно) или сам этот объект. Выделяют четыре основных типа П.о.: *точечные* (точки), *линейные* (линии), *площадные* или *полигональные*, *контурные* (полигоны) и *поверхности* (рельефы), Полный набор однотипных объектов одного класса в пределах данной территории образует *слой* (перечисленные элементарные П.о. и/или образующие их элементы иногда называются примитивами (primitive), в том числе геометрическими примитивами (geometric primitive) и топологическими примитивами

(topologic primitive) по аналогии с *графическими примитивами* в компьютерной (машинной) графике).

Р

Растр (англ. raster) — 1) оптическая решетка с прозрачными и непрозрачными элементами (линиями с определенной частотой, называемой линейатурой Р.), используемая при полиграфическом воспроизведении полутоновых изображений; 2) семейство горизонтальных параллельных линий, образующих изображение на электронно-лучевой трубке монитора или кинескопа телевизионного устройства; 3) средство цифрового представления изображений в виде прямоугольной матрицы элементов изображения — *пикселей*, образующих основу *растрового представления* изображений или пространственных объектов; термин, служащий для образования производных терминов, связанных с *растровыми представлениями* пространственных объектов, растровыми *форматами* (пространственных) данных, а также терминов, используемых для обозначения технических устройств, растровых графических устройств отображения: растровый *дисплей*, растровый *плоттер* (*графопостроитель*) и т. п.

Растровая модель данных — см. *растровое представление*.

Растровое представление (англ. raster data structure, tessellation data structure, grid data structure) ? *син.* **растровая модель данных** (raster data model) — цифровое представление *пространственных объектов* в виде совокупности *ячеек растра* (*пикселей*) с присвоенными им значениями класса объекта в отличие от формально идентичного *регулярно-ячеистого представления* как совокупности ячеек *регулярной сети* (элементов разбиения земной поверхности). Р. п. предполагает позиционирование объектов указанием их положения в соответствующей растру прямоугольной матрице единообразно для всех типов *пространственных объектов* (точек, линий, полигонов и поверхностей); в машинной реализации Р. п. соответствует *растровый формат* пространственных *данных* (raster data format). В цифровой картографии Р. п. соответствует матричная форма представления цифровой картографической информации (ГОСТ 28441-90. Картография цифровая. Термины и определения).

Растровые изображения — изображение, сформированное построчно из отдельных точек растра, имеющих различную степень яркости и разный цвет.

Растровые графические форматы — способ расположения или представления данных в памяти, базе данных, документе или на внешнем носителе. Наиболее распространенными являются:

ВМР

Самый простой растровый формат ВМР является родным форматом Windows, он поддерживается всеми графическими редакторами, работающими под ее управлением. В ВМР данные о цвете хранятся только в модели RGB, поддерживаются как индексированные цвета (до 256 цветов),

так и полноцветные изображения, причем в режиме индексированных цветов возможна простейшая компрессия RLE (Run Length Encoding — кодирование с переменной длиной строки). Без компрессии размер файла оказывается близок к максимально возможному. Применяется для хранения растровых изображений, предназначенных для использования в Windows и, по сути, больше ни на что не пригоден. Использование BMP не для нужд Windows является распространенной ошибкой новичков: использовать BMP нельзя ни в WEB, ни для печати (особенно), ни для простого переноса и хранения информации.

PCX

Примерно такими же возможностями, как BMP, обладает и формат PCX, разработанный еще на заре компьютерной эпохи фирмой Z-Soft специально для своего графического редактора PC PaintBrush под операционную систему MS-DOS, отсутствует только поддержка операционной системы OS/2. Зато изображения в формате PCX можно посмотреть большинством программ под DOS, в том числе и внутренним просмотрщиком Norton Commander. Цветовые возможности: 1, 2, 4, 8 или 24 — битовый цвет, поддерживается только схема RGB, причем полностью отсутствуют возможности сохранения монохромного изображения в оттенках серого. Всегда применяется сжатие ROB. Как и BMP, этот формат в значительной мере устарел и поддерживается современными графическими программами исключительно для совместимости с устаревшим программным обеспечением.

GIF

Самым популярным форматом на интернетовских просторах является достаточно уже пожилой формат GIF, предложенный фирмой CompuServe в далеком 1987 году. Отличительной его особенностью является использование режима индексированных цветов (не более 256), что ограничивает область применения формата изображениями, имеющими резкие цветовые переходы. Формат GIF является излюбленным форматом WEB-мастеров, использующих его для сохранения многочисленных элементов оформления своих страничек. Небольшие размеры файлов изображений обусловлены применением алгоритма сжатия без потерь качества LZW, благодаря чему изображения в этом формате наиболее удобны для пересылки по все еще узким каналам связи глобальной сети. К числу его самых заметных отличий относятся возможность использования режима постепенного проявления изображения (interleaved), в этом режиме строки изображения выводятся на экран не подряд, а в определенном порядке: сначала каждая 8-я, затем — 4-я и т. д. Таким образом, полностью изображение показывается в четыре прохода, что позволяет еще до полной загрузки изображения понять его суть, и, в случае необходимости, прервать его загрузку.

Основное ограничение формата GIF состоит в том, что цветное изображение может быть записано только в режиме 256 цветов.

PNG

Формат PNG, являющийся плодом трудов сообщества независимых программистов, появился на свет как ответная реакция на переход по-

пулярнейшего формата GIF в разряд коммерческих продуктов. Этот формат, сжимающий графическую информацию без потерь качества, используя алгоритм Deflate, в отличие от GIF или TIFF сжимает растровые изображения не только по горизонтали, но и по вертикали, что обеспечивает более высокую степень сжатия и поддерживает цветные фотографические изображения вплоть до 48-битных включительно. Как недостаток формата часто упоминается то, что он не дает возможности создавать анимационные ролики, хотя сейчас, при повальном переходе практически всей анимации на технологию Flash, это уже совсем не актуально. Зато формат PNG позволяет создавать изображения с 256 уровнями прозрачности за счет применения дополнительного альфа-канала с 256 градациями серого что, безусловно, выделяет его на фоне всех существующих в данный момент форматов. В числе других отличительных особенностей этого формата можно отметить двумерную чересстрочную развертку (т. е. изображение проявляется постепенно не только по строкам, но и по столбцам) и встроенную гамма-коррекцию, позволяющую сохранять изображения, яркость которых будет неизменна не только на любых машинах PC, но и на таких альтернативных платформах, как Mac, Sun или Silicon Graphics. Так как формат создавался для Интернета, в его заголовке не предназначено место для дополнительных параметров типа разрешения, поэтому для хранения изображений, подлежащих печати, PNG подходит плохо, для этих целей лучше подойдет PSD или TIFF. Зато он хорош для публикации высококачественной растровой графики в Интернете. Но широкое распространение этого поистине передового формата сдерживают и некоторые его недостатки. Так, формат PNG значительно уступает своему предшественнику, GIF-у, в тех случаях, когда речь идет о мелких элементах оформления WEB-страниц, таких, как кнопки, рамки и т. п. Проблема заключается в том, что в файле изображения около 1 Кб занимает описание палитры цветов, что порой бывает сопоставимо с размером самого изображения.

JPEG

Самый популярный формат для хранения фотографических изображений JPEG (или JPG) является общепризнанным стандартом в Интернете. JPEG может хранить только 24-битовые полноцветные изображения. Одноименный с форматом, достаточно сложный алгоритм сжатия основан на особенностях человеческого зрения (используется представление блока пикселей 8×8 одним цветом с сохранением информации о яркости плюс метод Хаффмана и, в зависимости от степени компрессии, некоторые другие ухищрения).

Хотя JPEG отлично сжимает фотографии, но это сжатие происходит с потерями и портит качество, тем не менее, он может быть легко настроен на минимальные, практически незаметные для человеческого глаза, потери. Кстати, усилить сжатие и минимизировать потери качества можно, предварительно размыв изображение (например, применив фильтр blur). Однако не стоит использовать формат JPEG для хранения изображений, подлежащих последующей обработке, т. к. при каждом сохранении документа в этом формате процесс ухудшения качества

изображения носит лавинообразный характер. Наиболее целесообразно будет корректировать изображение в каком-нибудь другом подходящем формате, например TIFF, и лишь по завершению всех работ окончательная версия может быть сохранена в JPEG. Таким образом, можно сохранить вполне приемлемое качество изображения при минимальном размере итогового файла. Формат JPEG пригоден в подавляющем большинстве случаев только для публикации полноцветных изображений, типа фотографических, в Интернете.

TIFF

Формат TIFF был разработан компанией Aldus для своего графического редактора PhotoStyler, впрочем, уже почившего в бозе, однако самому формату была уготована гораздо более долгая жизнь. Как универсальный формат для хранения растровых изображений, TIFF достаточно широко используется, в первую очередь, в издательских системах, требующих изображения наилучшего качества. Кстати, возможность записи изображений в формате TIFF является одним из признаков высокого класса современных цифровых фотокамер.

Благодаря своей совместимости с большинством профессионального ПО для обработки изображений, формат TIFF очень удобен при переносе изображений между компьютерами различных типов (например, с PC на Macintosh и обратно).

PSD

Формат PSD является стандартным форматом пакета Adobe Photoshop и отличается от большинства обычных растровых форматов возможностью хранения слоев (layers). Он содержит много дополнительных переменных (не уступает TIFF по их количеству) и сжимает изображения, используя алгоритм сжатия без потерь RLE Packbits, иногда даже сильнее, чем PNG (только в тех случаях, когда размеры файла измеряются не в килобайтах, а в десятках или даже сотнях мегабайт). Формат поддерживает глубины цвета, вплоть до 16 бит на канал (48-битные цветные и 16-битные черно-белые), а также альфа-каналы, слои, контуры, прозрачность, векторные надписи и т. п. Прекрасно подойдет для переноса или хранения изображений, содержащих специфические, свойственные только Adobe Photoshop, элементы. Файлы PSD свободно читаются большинством популярных просмотрщиков, но открыв эти файлы в некоторых графических редакторах третьих фирм, даже декларирующих поддержку формата PSD, можно потерять значительную часть их специфических возможностей, особенно в части работы со слоями.

Растровая форма — это представление графической информации (карты, рисунка, фотографии) в виде матрицы чисел, каждый элемент которой является кодом, характеризующим яркость и цвет соответствующего элемента дискретизации изображения карты.

Разрешение — это плотность размещения пикселей, формирующих изображение, т. е. количество пикселей на заданном отрезке. Чаще всего разрешение измеряется в количестве точек на дюйм — dpi (Dots Per Inch).

С

Система управления базами данных (СУБД) (англ. data base management system, DBMS) — комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования *баз данных*. СУБД поддерживают, как правило, одну из трех наиболее распространенных *моделей* (схем) данных: *реляционную* (relational data model), *иерархическую* (hierarchical data model) или *сетевую* (network data model). Большинство современных коммерческих СУБД относится к реляционному типу. Необходимость хранения сложных данных, включающих видео, звук, привела к появлению объектно-реляционных СУБД. В многопользовательских, многозадачных *операционных системах* СУБД обеспечивают совместное использование данных. Языковые или иные средства СУБД поддерживают различные операции с данными, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку *запросов*, поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных от несанкционированного доступа или потери. Используется как средство управления атрибутивной частью *пространственных данных* ГИС. Большинство программных средств ГИС имеет механизмы импорта данных из наиболее распространенных СУБД, включая dBASE, Foxbase, Informix, Ingres, Oracle, Sybase и др.

Семантика объекта цифровой топографической карты — часть информации в составе объекта цифровой топографической карты, описывающая сущность и свойства объекта топографической карты (ОСТ 68 — 3.1 — 98 «Карты цифровые топографические. Общие требования». М.: ЦНИИГАиК, 2000)

Сканер (англ. scanner), *син. сканирующее устройство*, 1) устройство аналого-цифрового преобразования изображения для его автоматизированного ввода в компьютер в растровом формате с высоким разрешением (обычно 300 — 600 dpi и более) путем сканирования в отраженном или проходящем свете с непрозрачного и прозрачного оригинала соответственно (цветного и/или монохромного полутонового и штрихового). Различают *планшетные* С. (flatbed scanner), *барабанные* С. (drum scanner), *роликовые* С. (sheet-feed scanner) и *ручные* С. (handheld scanner). Применение последних ограничено малым форматом сканируемого материала. Известны модели С., встроенных в клавиатуру: клавиатурьсканеры (например производства компании Visioneer); 2) устройство, размещаемое на аэро — или *космических (летательных) аппаратах для дистанционных съемок*, выполняющее ее путем построчного сканирования объекта съемки с регистрацией собственного или отраженного излучения (т. н. сканерной съемки — одного из основных, наряду с фотографической съемкой, видов *дистанционного зондирования*).

Сканирование (англ. scanning) — аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую растровую форму с помощью *сканера*; один из способов или этапов *цифрования* графических и картографических источников для их *растрового представления*, предваряющий процесс *растрово-векторного преобразования* (векторизации). Кроме сканера,

при С. могут использоваться сканирующие головки *графопостроителей*, цифровые видеокамеры или фотоаппаратура. Часто рассматривается как альтернатива цифрованию с помощью *цифрователей* с ручным обводом.

Слой (англ. layer, theme, coverage, overlay), *жарг. покрытие* — совокупность однотипных (одной мерности) *пространственных объектов*, относящихся к одной теме (классу объектов) в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные С., а также С. с трехмерными объектами (поверхностями).

Послойное, или «слоистое» (layered), или **многослойное** (multi-layered) представление — является наиболее распространенным способом организации *пространственных данных* в *послойно-организованных ГИС* (layer-based GIS). Для удобства хранения и обработки крупных наборов данных каждый из С. может быть разбит на *фрагменты* (tile) в результате операции *фрагментирования* (tiling), обратной *сшивке*. Обычно нарезка на фрагменты наследует принятую схему *разграфки карт*.

Спутниковые системы позиционирования (ССП) (Global Positioning System, GPS, GPS-system, SGS), *син. спутниковые, космические, навигационные, радионавигационные, среднеорбитальные радионавигационные, геодезические, навигационно-геодезического назначения, навигационно-геодезические, глобального позиционирования системы*, СНС, КНС, СРНС, ССРНС, СГС, КСНГН, СНГС, ГПС — технологические комплексы, предназначенные для *позиционирования* объектов. Известны С. с п. первого поколения, основными из которых являются: NNSS (TRANSIT) — США и ЦИКАДА — СССР. К первому поколению принадлежит также международная система обнаружения терпящих бедствие COSPAS-SARSAT и некоторые другие. К второму, современному, поколению относятся системы GPS (NAVSTAR) — США и ГЛОНАСС (GLONASS) — РФ. Их разработки велись в 70–90 годах. GPS полностью развернута в 1993 г. ГЛОНАСС официально принята в эксплуатацию в сентябре 1993 г., в марте 1995 г. открыта для гражданского применения, в 1996 г. развернута полностью. Выделяют три подсистемы (сегменты): *подсистема наземного контроля и управления* (control-segment), сеть наземных станций которого обеспечивает спутники точными *координатами* (эфмеридами) и другой информацией; *подсистема созвездия спутников* (space-segment) — состоит из 24 космических аппаратов, оснащенных несколькими атомными цезиевыми стандартами частоты-времени и постоянно передающих на частотах L1 и L2 сигналы для измерений псевдодалностей *кодывым* и *фазовым методами*, метки времени и другие сообщения, необходимые для *позиционирования*. Длины несущих волн на всех спутниках GPS соответственно равны 19,0 и 24,4 см, а частоты находятся в строгом отношении 77/60. В ГЛОНАСС (GLONASS) у каждого спутника свои несущие частоты, находящиеся в соотношении 9/7, длины волн близки к 18,7 и 24,1 см; *подсистема аппаратуры пользователей* (user-segment) — включает *приемники позиционирования* с антеннами, накопителями результатов измерений,