

Содержание

	<i>Стр.</i>
Предисловие	vii
Сокращения и акронимы	viii
I. ВВЕДЕНИЕ И ОБЗОР	1
A. Роль карт при проведении переписи	1
B. «Революция» в картографии	1
C. Рост спроса на локальные статистические данные	3
D. Круг вопросов, цель и план <i>Руководства</i>	4
II. ДЕЙСТВИЯ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИЕ РЕГИСТРАЦИИ	7
A. Введение	7
B. Анализ рентабельности капиталовложений в цифровую картографию/географические информационные системы	7
1. Затраты	8
2. Выгоды	13
a) Выгоды от интенсификации	13
b) Выгоды эффективности	15
3. Решающие факторы успеха	17
C. Планирование картографического процесса переписи	17
1. Обзор	17
2. Оценка потребностей и определение характеристик картирования	18
a) Оценка потребностей пользователей	18
b) Определение выходных продуктов	19
c) Варианты осуществления картирования	19
3. Институционные вопросы при разработке программы цифрового картирования .	20
a) Требования к персоналу, сферам ответственности и подготовке	20
b) Институционное сотрудничество	22
c) Оборудование и программное обеспечение для приложений картирования переписи	25
d) Децентрализация мероприятий по картированию переписи	31
e) График выполнения картирования переписи	32
f) Управление процессом	33
4. Определение географии национальной переписи	34
a) Административная иерархия	34
b) Взаимосвязь между административными единицами, статистическими отчетными участками и единицами управления	35
c) Разделение на счетные участки	36

	<i>Стр.</i>
<i>d)</i> Разделение на инспекторские участки (участки руководителя группы)	37
<i>e)</i> Согласованность с предыдущими переписями	37
<i>f)</i> Схема кодирования	37
5. Проектирование базы данных географической информационной системы	38
<i>a)</i> Масштаб мероприятий по картированию	38
<i>b)</i> Варианты реализации	42
<i>c)</i> Определение структуры базы данных географической информационной системы	44
<i>d)</i> Разработка метаданных	48
<i>e)</i> Вопросы качества данных	49
<i>f)</i> Деление национальной территории на рабочие зоны	52
<i>g)</i> Цифровая административная базовая карта	53
<i>h)</i> Территориальные единицы, не имеющие общих границ	53
<i>i)</i> Области вычислений	54
D. Разработка базы данных цифровых карт	55
1. Обзор	55
2. Источники картографических данных для картирования счетных участков (сбор вторичных данных)	57
<i>a)</i> Типы требуемых карт	57
<i>b)</i> Каталогизация существующих источников	58
<i>c)</i> Импортирование существующих цифровых данных	58
3. Сбор дополнительных географических данных (сбор первичных данных)	59
<i>a)</i> Обзор средств сбора данных на местах	59
<i>b)</i> Глобальные системы определения местоположения	59
<i>c)</i> Аэрофотосъемка	66
<i>d)</i> Дистанционный сбор данных со спутников	70
4. Преобразование географических данных	73
<i>a)</i> Преобразование печатных карт в цифровые данные	73
<i>b)</i> Оцифровка	74
<i>c)</i> Сканирование	76
<i>d)</i> Редактирование	79
<i>e)</i> Построение топологии	80
5. Интеграция цифровой карты	80
<i>a)</i> Введение	80
<i>b)</i> Географическое соотнесение	80
<i>c)</i> Изменения проекции и системы отсчета	82
<i>d)</i> Кодирование данных	83
<i>e)</i> Интеграция отдельных сегментов карты.....	83
E. Обеспечение качества, составление карты счетного участка и ведение базы данных	84
1. Обзор	84

	<i>Стр.</i>
2. Составление черновика карты и процедуры обеспечения качества	85
a) Приведение в соответствие границ и атрибутивных файлов и печать обзорных карт	85
b) Обеспечение качества	85
c) Проверка правильности карт местными властями и окончательная проверка административных территориальных единиц	86
3. Печать карты счетного участка	87
F. Использование географических информационных систем во время регистрации	91
1. Использование цифровых карт для организационного обеспечения переписи населения	91
2. Мониторинг хода переписи	91
3. Обновление и исправление карт счетных участков во время переписи	92
III. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ПЕРЕПИСИ	93
A. Введение	93
B. Задачи, возникающие после переписи и между переписями	93
1. Первоочередные задачи	93
a) Внесение корректировок и изменений, предложенных счетчиками	93
b) Согласование между участками, используемыми для сбора данных, и участками, используемыми для составления таблиц или статистического учета	93
2. Ведение базы данных	95
a) Архивирование базы данных	95
b) Ведение базы данных. Преимущества постоянной картографической программы	95
C. Распространение географических продуктов переписи	96
1. Планирование распространения данных	96
2. Обязательные продукты	97
a) Файлы эквивалентности и сравнимости	97
b) Библиотека справочных карт	97
c) Файлы географических справочников и центроидов	97
3. Тематические карты, предназначенные для публикации	98
a) Возможности карты	98
b) Составление тематической карты по результатам переписи населения	98
c) Вопросы создания и публикации тематических карт	100
d) Возможности выходных данных	101
4. Цифровые географические базы данных, предназначенные для распространения	106
a) Определение состава данных	107
b) Форматы данных	108
c) Документация и словари данных	110
d) Подготовка комплектующих	111
e) Юридические и коммерческие вопросы	112

	<i>Стр.</i>
f) Маркетинг цифровых картографических продуктов	115
g) Программа помощи	116
5. Цифровые атласы переписи населения	116
a) Стационарные атласы переписи населения	116
b) Динамические атласы переписи населения	117
6. Составление карты в Интернете	119
a) Подходы, ориентированные на сервер	120
b) Подходы, ориентированные на клиента	121
c) Гибридные подходы	122
d) Возможности распространения данных переписи населения	122
D. Более сложные темы. Географический анализ данных переписи населения	124
1. Определение границ городских территорий	124
2. Согласование статистических показателей небольшой территории с аналогичной информацией предыдущих переписей населения	124
a) Агрегирование старых счетных участков до границ нового округа.....	125
b) Площадная интерполяция в случае, когда границы несовместимы	126
c) Базы данных системы географической информации, зависящей от времени	130
3. Данные о населении по ячейкам сетки	131
Библиография и ссылки	133
Приложение I. Географические информационные системы	139
Приложение II. Системы координат и картографические проекции	153
Приложение III. Моделирование данных	165
Приложение IV. Пример словаря данных для распространения	169
Приложение V. Проектирование тематической карты	173
Приложение VI. Глоссарий	203

Предисловие

Организация Объединенных Наций в течение нескольких лет издает серию руководств и технических докладов для оказания помощи в планировании и проведении переписей населения и жилого фонда на высоком уровне и без излишних затрат. Эти руководства и доклады время от времени пересматривались, для того чтобы в них нашли отражение новые явления и проблемы, возникающие при проведении переписей. Настоящее *Руководство* входит в серию публикаций, составленных для оказания помощи странам в их подготовке к переписи 2000 года и будущим переписям. Другие публикации этой серии включают в себя:

a) *Руководство по редактированию данных переписи населения и жилого фонда* (ST/ESA/STAT/SER.F/82);

b) *Руководство по организации переписи населения и жилого фонда* (ST/ESA/STAT/SER.F/83).

В работе «Принципы и рекомендации в отношении проведения переписей населения и жилого фонда», первое пересмотренное издание (Организация Объединенных Наций, 1998), отмечено появление новых технологий для проведения переписей. Одним из видов новых технологий является применение в переписях географических информационных систем (ГИС) и цифрового картирования, поскольку совершенствование компьютерной техники и программных средств для картирования уже стало причиной того, что многие статистические учреждения и учреждения по проведению переписей перешли от традиционных методов составления карт к цифровому картированию и использованию географических информационных систем.

Цель данной публикации – оказать помощь странам, предоставив им справочный документ, в котором подробно рассмотрено применение цифрового картирования при проведении переписей населения и жилого фонда. Традиционно роль карт в проведении переписей сводилась к оказанию помощи в сборе данных и в представлении совокупных результатов переписей в картографической форме. Помимо обеспечения более эффективного составления карт регистрации и тематических карт результатов переписей ГИС в настоящее время играют ключевую роль в распространении результатов переписей и в анализе данных о населении и домохозяйствах.

В частности, задача этой публикации состоит в том, чтобы предоставить странам методическое руководство, позволяющее:

a) обеспечить согласованность и содействовать выполнению операций переписи, особенно на этапе, предшествующем регистрации;

b) оказывать помощь при сборе данных и при контроле хода переписи в период проведения регистрации; и

c) содействовать представлению, анализу и распространению результатов переписи в период после регистрации.

Публикация разделена на три главы. Ее структура отражает, насколько это возможно, цикл проведения переписи. Первая глава содержит введение и обзор ГИС и цифрового картирования. Во второй главе обсуждаются, помимо прочего, анализ рентабельности капиталовложений в цифровую картографию и ГИС, планы картографического процесса при проведении переписи, разработка базы данных цифровых карт, контроль качества, ведение базы данных и использование ГИС на этапе регистрации. В последней главе описывается роль ГИС и цифрового картирования на этапе после переписи и рассматриваются задачи, требующие решения после переписи и в периоды между переписями, такие, как ведение баз данных, распространение результатов переписи в географическом представлении и географический анализ данных переписи.

Настоящее *Руководство* содержит максимально полную информацию, при этом не перегружая читателей излишними техническими подробностями, вынесенными в приложения. В приложениях содержится информация о технических аспектах: обзор ГИС, картографические проекции и системы координат, моделирование географических данных и тематическое картирование.

В процессе переработки материала для создания окончательного варианта *Руководства* Секретариат Организации Объединенных Наций опирался на рекомендации экспертов по проблемам картографии и ГИС из всех регионов мира. В *Руководство* также включены примеры практической деятельности ряда стран по использованию ГИС и цифрового картирования в переписях, которые были представлены некоторыми из этих экспертов. Проект данной публикации был подготовлен г-ном Уве Дейчманом, консультантом Статистического отдела Организации Объединенных Наций.

Сокращения и акронимы

ASCII	Американский стандартный код для обмена информацией	GLONASS	Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС)
BMP	Битовая матрица (стандартный формат графических файлов)	GPS	Глобальная система определения местоположения
BPS	Биты в секунду	HLS	Тон–яркость–насыщенность
BUCEN	Бюро переписей США	HPGL	Графический язык компании Hewlett-Packard
CAD/CADD	Система автоматизированного проектирования/система автоматизированного проектирования и черчения (САПР/САПРЧ)	HTML	Язык разметки гипертекста
CCD	Прибор с зарядовой связью (ПЗС)	HVS	Тон–уровень–насыщенность
CD-ROM	Постоянное запоминающее устройство на компакт-диске	ISO	Международная организация по стандартизации
CGM	Метафайл машинной графики	JPEG	Стандартный алгоритм сжатия изображений (Объединенная группа экспертов по машинной обработке фотоизображений)
CLA	Участок руководителя группы (УРГ)	LAN	Местная сеть
CMY	Голубой, пурпурный, желтый	Мб	Мегабайт
CMYK	Голубой, пурпурный, желтый и черный	NSDI	Национальная инфраструктура пространственных данных (НИПД)
CSDGM	Стандарт содержания цифровых геопространственных метаданных	PDF	Формат переносимых документов
DEM	Цифровая модель высотных отметок (ЦМВ)	PES	Обследование после проведения регистрации (ОПР)
DGPS	Дифференциальная глобальная система определения местоположения	RDBMS	Система управления реляционными базами данных (СУРБД)
DHS	Обследования в области народонаселения и здравоохранения	RGB	Красный, зеленый и синий
DPI	Точки на дюйм	SPOT	Спутник наблюдения за Землей
DVD	Цифровой универсальный видеодиск	SQL	Язык структурированных запросов
DXF	Формат обмена чертежами	TCP	Протокол управления передачей (протокол Интернет)
EA	Счетный участок	TIFF	Теговый формат файлов изображений
ED	Счетный округ	UPS	Источник бесперебойного питания (ИБП)
ESRI	Институт исследования экологических систем	UTM	Универсальная поперечная проекция Меркатора
GB	Гигабайт	VPF	Формат векторного произведения
GIF	Файл обмена графическими данными	WMF	Формат метафайла системы Windows
GIS	Географическая информационная система (ГИС)	WWW	Всемирная компьютерная сеть (Интернет)

I. Введение и обзор

A. РОЛЬ КАРТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПЕРЕПИСИ

1.1. Многие изменения, внесенные в публикацию *Принципы и рекомендации в отношении проведения переписей населения и жилого фонда* (издание Организации Объединенных Наций, 1998 год), отражают возможности новых технологий при проведении переписей. Важные технические достижения несомненно облегчают сбор данных, обработку и распространение результатов переписей. Успехи в совершенствовании компьютерной техники и программного обеспечения картирования оказали положительное влияние на методы картографии, чем стимулировали организации по проведению переписей перейти от традиционных картографических методов к цифровому картированию и географическим информационным системам (ГИС) (см., например, Rhind, 1991; Ben-Moshe, 1997; United Nations, 1997a).

1.2. Традиционно роль карт при проведении переписи сводилась к облегчению процесса регистрации и представлению агрегированных результатов в картографической форме. Автоматизация процессов картографирования существенно расширила эту роль. Помимо того что появилась возможность более оперативного создания карт регистрации и тематических карт результатов переписей, ГИС в настоящее время играют ключевую роль в распространении результатов переписей и в анализе данных о населении и домохозяйствах.

1.3. Картирование уже давно стало неотъемлемой частью процесса проведения переписи. В ходе нескольких последних переписей лишь в небольшом числе случаев регистрация проводилась без помощи цифровых карт. В самом общем виде в процессе переписи цифровое картирование способствует решению нескольких задач:

- *Карты обеспечивают согласованность и облегчают проведение операций переписи (период, предшествующий регистрации).*

Организация по проведению переписи должна обеспечить учет каждого домохозяйства и каждого человека так, чтобы ни одно домохозяйство и ни один человек не регистрировались дважды. Для этой цели географы, участвующие в переписях, делят территорию страны на небольшие отчетные единицы. Таким образом, карты служат необходимым средством контроля, гарантирующим точность результатов переписи.

- *Карты облегчают сбор данных и могут оказать помощь в наблюдении за проведением переписи (период регистрации).*

В ходе переписи использование карт позволяет счетчикам без труда определить закрепленную за ними группу домохозяйств. Выпускаются также карты для наблюдателей за ходом переписи для облегчения планирования и контроля. Таким образом, карты могут использоваться для наблюдения за ходом проведения переписи. Это дает возможность лицам, осуществляющим надзор за переписью, выявить проблемные области и быстро принять меры по исправлению недостатков.

- *Карты облегчают представление, анализ и распространение результатов переписи (период после регистрации).*

Представление результатов переписи в картографической форме является мощным средством их наглядного отображения. Визуализация результатов переписи помогает определить локальные особенности в распределении важных демографических и социальных показателей. Таким образом, карты являются неотъемлемой частью анализа ситуации в общественном и частном секторах.

1.4. В остальных разделах введения приводится краткий обзор целей настоящего *Руководства*. Вначале дается краткий обзор быстро развивающихся событий в сфере цифрового картирования, которые послужили мотивом для подготовки этого *Руководства*; следующий за ним раздел посвящен обсуждению причин возрастающего давления на организации по проведению переписи с целью своевременного представления результатов переписи в географически соотнесенной форме. В заключении приводится краткий обзор содержания *Руководства*.

B. «РЕВОЛЮЦИЯ» В КАРТОГРАФИИ

1.5. На протяжении многих веков люди пользовались картами для отображения окружающего мира. На картах отмечаются местоположения, расстояния, ориентация и размеры участков местности. На них также отражаются географические соотношения, различия, группы и структуры. Карты используются для навига-

ции, исследований, иллюстрации и связи в общественном и в частном секторах. В той или иной степени карты применяются практически в любой области научных исследований. Короче говоря, карты являются незаменимым инструментом во многих видах профессиональной и научной деятельности.

1.6. По сравнению с другими областями картография несколько позже ощутила на себе влияние информационной революции. Первые модели компьютеров успешно справлялись с задачей хранения чисел и текстов. В отличие от этого, карты содержат более сложную информацию, и цифровое картирование требует от компьютерного оборудования способности хранить и быстро обрабатывать значительные объемы данных. Более того, картирование обязательно опирается на графические приложения, а первые модели компьютеров имели ограниченные возможности в отображении графических данных. Поэтому первые картографические компьютерные приложения, осуществленные в 1960-х годах, не нашли широкого практического применения, за исключением нескольких правительственных и научных проектов. И только к 1980-м годам коммерческие географические информационные системы достигли уровня совершенства, что обеспечило их быстрое внедрение в практику, например, местного и регионального управления, городского планирования, охраны окружающей среды, исследования минеральных ресурсов, коммунального сектора, и в деятельность фирм коммерческого сбыта и торговли недвижимостью.

1.7. ГИС извлекли большую пользу из усовершенствований в различных областях компьютерной техники. Усовершенствованное программное обеспечение баз данных дает возможность управлять большими массивами информации, соотносенными с цифровыми картами. Методы компьютерной графики позволяют разрабатывать модели данных для хранения, поиска и отображения географических объектов. Более совершенные методы визуализации открывают возможности создания самых сложных средств отображения окружающего мира. Функции отображения данных ГИС значительно шире создания статичных двухмерных изображений — они включают в себя возможности анимации и трехмерного моделирования. Так же как разработка средств оптического распознавания символов облегчила ввод в компьютер текстовой информации, быстрое сканирование с высокой разрешающей способностью и усовершенствованное программное обеспечение ускорили процессы преобразования картографических данных, которые до этого строились исключительно на ручной оцифровке.

1.8. Новые источники информации также сокращают время от этапа планирования проекта до начала эксплуатации базы данных. Наиболее важные усовершенствования имели место в последнее время в сфере

навигации и дистанционного зондирования. Глобальная система определения местоположения (GPS) внесла революционные изменения в сбор данных в ряде областей, начиная с картографической съемки и заканчивая мониторингом окружающей среды и управлением транспортными перевозками. Новое поколение коммерческих спутников с высокой разрешающей способностью позволяет получать снимки практически любой части земной поверхности с точностью, достаточной для поддержки многочисленных прикладных картографических пакетов. Тесная интеграция методов GPS и цифровых камер в аэрофотосъемке позволит существенно снизить издержки, связанные с точным цифровым картированием.

1.9. Успехи наблюдаются также в области распространения географических данных. Все важнейшие продавцы ГИС в настоящее время предоставляют средства для доступа через Интернет к географическим базам данных Всемирной компьютерной сети (www). Органы управления всех уровней стремятся воспользоваться этими техническими средствами для обеспечения дешевого и быстрого доступа населения к обширным объемам пространственной информации. Интернет может заменить печатные карты и цифровые средства в качестве наиболее важного средства распространения данных.

1.10. Программы картирования с помощью Интернета — это лишь одно из свидетельств того, что средства использования цифровой пространственной информации постоянно становятся дешевле и проще в применении. Хотя для эффективного использования мощных пакетов ГИС требуется значительная профессиональная подготовка, настольные картографические пакеты не более сложны в эксплуатации, чем стандартные бизнес-приложения. Цифровое картирование также все более тесно интегрируется в стандартные компьютерные приложения, такие, как электронные таблицы, графические пакеты и пакеты управления бизнесом.

1.11. Статистические организации одними из первых стали пользоваться ГИС. Демографическая и социально-экономическая статистика составляют основу государственного планирования и управления. Пространственное распределение социально-экономических показателей определяет политические решения по проблемам регионального развития, предоставления услуг и во многих других областях. Цифровые методы позволяют усовершенствовать управление, ускорить поиск и улучшить представление таких данных. Поэтому всегда существовала тесная взаимосвязь географии и статистики, о чем, к примеру, говорит тот факт, что национальные статистические и картографические ведомства во многих странах Латинской Америки работают в составе единой организации (см. также EUROSTAT, 1996).

Тесная интеграция ГИС в статистические приложения весьма выгодна для национальных статистических органов, поскольку она сокращает издержки и время, необходимые для сбора, обработки и распределения информации. Географические информационные системы позволяют статистическому учреждению увеличить объем предоставляемых услуг и тем самым существенно увеличить прибыль на инвестиции в сбор данных.

С. РОСТ СПРОСА НА ЛОКАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.12. Автоматизация обработки географических данных в статистике выгодна также потребителям результатов переписей и обследований. Выполняемые ГИС функции интеграции данных, позволяющие увязать информацию из различных обследованных районов, привели к более широкому использованию статистической информации. Это, в свою очередь, в значительной степени стимулировало статистические учреждения на производство высококачественной пространственно соотнесенной информации для небольших географических единиц. Возможные области практического применения таких данных почти безграничны. Ниже приведены некоторые примеры такого применения:

- *Планирование социальных и образовательных услуг.* Главной задачей местных и региональных органов управления является обеспечение условий, при которых все регионы страны имеют одинаковый доступ к предоставляемым правительством услугам, таким, как здравоохранение и образование. Данные переписей в малых районах о возрастном составе и социальных характеристиках населения позволяют лицам, отвечающим за планирование, прогнозировать спрос на различные услуги. В сочетании с данными ГИС о транспортной инфраструктуре эта информация позволяет лучше распределить ресурсы между действующими центрами предоставления услуг и принимать более рациональные решения относительно размещения новых объектов.
- *Анализ бедности.* В странах, где в ходе переписи не собираются данные о доходах или потреблении, данные о домохозяйствах являются важными показателями благосостояния различных групп населения. Данные переписи в малых районах в сочетании с пространственно соотнесенной информацией об инфраструктуре и агроэкологических условиях могут быть использованы для оценки степени распространения бедности и распределения бедных сообществ по территории. Эта информация повышает эффективность схем сокращения бедности путем направления ресурсов в те районы, где потребность в них максимальна, и одновременно помогает избежать утечки субсидий в сообщества, не страдающие от бедности.
- *Планирование коммунальных услуг.* Частные и общественные коммунальные предприятия водоснабжения, газоснабжения, снабжения электроэнергией и предоставления услуг связи не только применяют ГИС для управления своей материальной инфраструктурой, но и используют анализ пространственных данных о народонаселении для оценки существующих и будущих потребностей в услугах. Цифровые данные переписей в сочетании с цифровыми моделями местности были ключевым компонентом при проектировании систем подвижной телефонной связи в различных регионах мира, поскольку они помогали выбрать оптимальное расположение передающих антенных мачт.
- *Анализ рабочей силы.* Данные переписей в малых районах являются важным элементом анализа, связанного с занятостью независимо от того, ищет ли частная компания подходящее место для фабрики или государственная организация пытается совместить спрос и предложение в отношении рабочей силы. Анализ маршрутов передвижения к месту работы, при котором сопоставляются места расположения предприятий и учреждений и места жительства работающих, имеет критически важное значение для планирования транспортных систем.
- *Маркетинговые исследования.* Компании пользуются данными переписей в малых районах при планировании размещения новых магазинов и товарных складов, для сбора информации об обслуживании клиентов и ведения целенаправленной рекламной деятельности. Появилась целая область ГИС, которую называют по-разному — коммерческой геоинформатикой или геодемографической информатикой. В действительности большой спрос на эти виды анализа стал основной движущей силой разработки недорогих несложных в эксплуатации настольных картографических пакетов.
- *Установление границ избирательных участков.* В типичных демократических государствах представительство в парламентах основывается на принципе равного веса каждого голоса. Для того чтобы гарантировать реализацию этого принципа, цифры, характеризующие население малых районов, используются для установления границ избирательных участков приблизительно одного размера. В Соединенных Штатах Америки это основная причина проведения предусмотренных конституцией десятилетних переписей. ГИС и данные переписей используются при проектировании избирательных участков.

- *Планирование для чрезвычайных ситуаций.* Выявление густонаселенных районов, из которых людей трудно эвакуировать в случае пожаров, землетрясений, извержений вулканов или цунами, является одним из руководящих принципов при планировании действий в чрезвычайных ситуациях и позволяет на ранних этапах предотвратить возникновение сложных проблем. Важными инструментами при проведении такого анализа являются пространственно соотнесенные данные, а также цифровые карты высотных отметок (возвышений) и транспортных сетей.
- *Эпидемиологический анализ.* Данные переписей в малых районах в сочетании с данными распространенности о заболеваниях и биофизическими данными позволяют медицинскому персоналу оценить степень риска населения в случае определенных инфекционных заразных заболеваний. Информация о том, сколько людей в стране могут заразиться, например, малярией или бильгарциозом, дает возможность лицам, отвечающим за планирование, определить ресурсы, необходимые для устранения (профилактики) заболеваний. Возможность выявить, где находятся группы риска, помогает определить систему приоритетов и принять меры для предотвращения эпидемий.
- *Моделирование зоны наводнения.* Крупные наводнения представляют собой все возрастающую угрозу для бассейнов рек во многих регионах планеты. Цифровые данные о высотных отметках и гидрологическая информация в сочетании со статистическими данными переписей в малых районах дают возможность специалистам по планированию произвести детальные оценки с целью снижения риска для населения, проживающего в подверженных наводнениям районах, и разработать планы для контроля за чрезвычайными ситуациями. Использование страховыми компаниями таких же средств для оценки уровней риска домовладельцев позволяет им более точно определить размеры страховых выплат.
- *Сельское хозяйство.* Географическая информация об агроэкологических условиях и данные о сельскохозяйственном производстве в сочетании с данными о потребностях малых районов в продовольственной продукции облегчают анализ проблем продовольственной безопасности. Во многих странах, где экосистемы отличаются нестабильностью, были созданы системы раннего выявления дефицита продуктов, призванные предотвратить серьезные продовольственные кризисы.

1.13. Общей чертой всех приведенных примеров является то, что решение проблем зависит от наличия демографической и социальной информации о малых районах. Единственными надежными источниками такой информации являются переписи или, там где они

существуют, системы регистрации населения. По мере расширения сферы использования данных переписей за традиционные рамки возрастает и ответственность национального статистического управления как главного производителя такой информации. Из этого следует, что органы по проведению переписей должны расширить круг своих стратегий распространения данных и, в дополнение к выпускаемым табличным отчетам, содержащим в основном агрегированные данные, начать распространение детальных баз данных, которые позволяют сопоставить границы отчетных единиц с обширной информацией о населении малых районов, собранной в ходе переписи. Расширение использования данных переписей повлияет и на формы сотрудничества различных организаций. Для того чтобы извлечь максимальную пользу из собранных данных, применяемые процедуры должны согласовываться с другими правительственными учреждениями, исследовательскими организациями и частными предприятиями, которые производят пространственно соотнесенную информацию. Таким образом, статистические органы становятся одним из ключевых участников процесса разработки национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД).

D. КРУГ ВОПРОСОВ, ЦЕЛЬ И ПЛАН РУКОВОДСТВА

1.14. Главными причинами, приведшими к изданию настоящего *Руководства*, стали быстрое развитие в последние годы средств цифрового картографирования и растущие потребности в пространственно соотнесенных данных о населении малых районов. Приступая к реализации проекта по проведению переписи, любая страна должна оценить имеющиеся возможности минимизации издержек и максимизации выгод из требуемых операций по картированию. В настоящем *Руководстве* представлены технические и методологические принципы, обеспечивающие выбор оптимального набора средств и процедур для данной страны.

1.15. Очевидно, что для разных стран такой выбор будет различным в зависимости от множества возможных вариантов, конкретных условий и наличных ресурсов. Поэтому настоящее *Руководство* не содержит инструкций, описывающих последовательность шагов. Каждая страна должна оценить, в какой степени имеющиеся в ее распоряжении картографические процедуры укладываются в контекст собственной программы переписи. В каждом конкретном случае наилучшее сочетание технических средств и подходов к организации переписи будет определяться такими факторами, как наличие в стране базы цифровых карт, имеющийся технологический потенциал, квалификация персонала, выделенные финансовые средства и временные рамки, намеченные для проведения переписи.

1.16. Авторы этого *Руководства*, разумеется, не утверждают, что традиционные методы картирования, которые долгое время успешно использовались во многих странах, полностью устарели. Главное справочное издание на эту тему — «Картирование для переписей и обследований» (BUCEN, 1978) — продолжает оставаться бесценным пособием как для начинающих, так и для опытных картографов. В частности, главы, в которых рассматриваются проблемы организации и управления программой картирования, определение границ счетных участков и статистических районов, продолжают оставаться актуальными. Однако технический прогресс привел к появлению более эффективных средств для решения многих задач, связанных с картированием для переписей. Поэтому настоящее *Руководство* имеет своей целью дополнить основные принципы, изложенные Бюро переписей США (BUCEN), сообщив информацию о появившихся в последнее время технологиях и одновременно избегая повторения материала, который был хорошо освещен ранее.

1.17. Основные главы настоящего *Руководства* содержат базовые понятия ГИС и картографии. Для читателей, недостаточно знакомых с этими проблемами, в Приложениях I и II приводится краткий обзор обеих тем. В отличие от традиционного подхода, в основе которого лежит использование схематических карт, в проектах, использующих ГИС, возрастает роль картографических проекций и систем координат.

1.18. Основные главы *Руководства* разделены на имеющие отношение к подготовке регистрации и к действиям после регистрации. В главе II обсуждаются издержки и выгоды цифрового метода картирования применительно к переписям. В этой главе показано, что переход к цифровым методам, в конечном счете неизбежный, влечет за собой значительные непосредственные капиталовложения, выгоды от которых можно будет ощутить лишь позже. В остальных разделах главы рассматриваются институциональные аспекты планирования и реализации программы цифрового картирования в рамках переписи, развития базы данных ГИС и создания выходных документов для использования в ходе переписи. Глава завершается кратким описанием различных вариантов применения ГИС при проведении регистрации, таких, как наблюдение за ходом переписи и обновление картографической базы данных.

1.19. В главе III главное внимание сосредоточено на задачах картирования в период после регистрации и на использовании цифрового картирования для представления, анализа и распространения данных переписи. Эти проблемы важны для всех стран. Даже если цифровое картирование не применялось непосредственно в процессе регистрации, страна может выразить желание разработать базы данных ГИС для анализа и распространения данных переписи. Созданные при этом базовые цифровые карты станут также основой для цифрового картирования для обеспечения будущих переписей и обследований.

II. Действия, предшествующие регистрации

A. ВВЕДЕНИЕ

2.1. Решение перейти от традиционных к цифровым методам картирования при проведении переписи существенно меняет принципы ее организации. В первую очередь необходимо решить вопрос о значительных капиталовложениях, которые потребуются для перевода существующей аналоговой картографической информации в цифровую форму и для формирования новых наборов цифровых данных. Необходимо также предусмотреть средства на закупку оборудования и информации, подготовку персонала и на эксплуатационные расходы. Издержки и выгоды, связанные с изменением подхода к картированию при проведении переписи, обсуждаются в разделе В, где, в частности, показано, что вложение финансовых средств будет выгодным при условии, что организация по проведению переписи будет действовать в рамках долгосрочной стратегии. Выгоды превысят первичные затраты только в том случае, если поддержка и обновление первоначально разработанной базы цифровых данных будут продолжаться после переписи, а ее применение как внутри организации по проведению переписи, так и за ее пределами не будет ограничиваться только картированием района регистрации.

2.2. Заключительная часть главы посвящена практическим оперативным вопросам. В разделе С рассматриваются начальные этапы планирования, включая институциональные проблемы, определение географии переписи и выбор структуры базы данных ГИС. Рассматриваются также такие проблемы, как взаимодействие с другими ведомствами, потребности в персонале, схемы географического кодирования и выбор сферы применения операций переписи. В разделе D рассматриваются технологические аспекты преобразования картографических данных из аналоговых в цифровые и операций на местах. Поскольку быстрое развитие технологии в последние годы изменило характер картирования, рассматриваемые здесь проблемы являются основной причиной создания этого Руководства. Раздел E содержит информацию о проблемах обеспечения качества и о создании карт счетных участков для операций по проведению переписи, и, наконец, в разделе F рассматривается использование ГИС в ходе регистрации.

2.3. Хотя разделы этой главы образуют логическую последовательность, рассматриваемые в ней проблемы нельзя воспринимать как самостоятельные. Например, набор и профессиональная подготовка персонала, а также закупки оборудования определяются выбором стратегии преобразования данных. Создание карт счет-

ных участков зависит от имеющихся цифровых данных, которые, в свою очередь, определяются рамками применения цифрового картирования. Таким образом, содержание этой главы следует рассматривать как информационный справочный материал, а не как инструкцию, определяющую последовательность операций.

B. АНАЛИЗ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ В ЦИФРОВУЮ КАРТОГРАФИЮ/ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

2.4. В этом разделе будут рассмотрены затраты и вероятные выгоды, связанные с использованием при картировании переписей ГИС или цифрового картирования. Обсуждение этих вопросов может носить лишь общий характер, поскольку нет единого подхода к картированию при проведении переписи, который был бы наилучшим в любой ситуации. Напротив, существует множество вариантов, начиная от полного собственного цифрового картографического производства до использования, например, настольных средств картирования только для отображения и распространения результатов. Другими словами, при внедрении цифрового картирования в процесс переписи не существует решения по принципу «один размер подходит всем». ГИС иногда критикуют, называя их решением, требующим 500 долл. для проблемы стоимостью 5 долл. (см., например, цитату в книге *Batty and others*, 1995). Такое положение действительно имеет место, когда мощная ГИС используется там, где было бы достаточно несложного настольного картографического пакета. Соответствие характеру задачи — основной принцип любого анализа рентабельности.

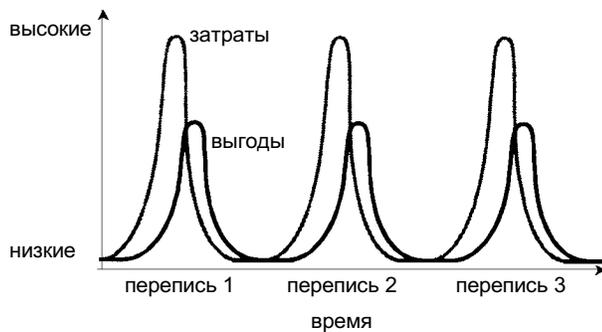
2.5. По разным причинам затраты и выгоды от использования ГИС трудно оценить количественно. Например, ведомство, которое вкладывает средства во внедрение ГИС, может не получать большую часть вытекающих из этого выгод; их, наоборот, получают внешние организации, имеющие доступ к более точным или дешевым данным, или те, кто может воспользоваться информацией, ранее для них недоступной. Это обстоятельство также позволяет выявить разницу между «дешевой» и «рентабельной» информацией. В краткосрочном плане самым дешевым вариантом будет производство карт для переписей с использованием традиционного ручного метода, особенно для стран с дешевой рабочей силой. Однако с точки зрения интересов общества может оказаться эффективным с самого начала инвестировать солидные средства в цифровые методы, поскольку цифровые продукты обеспечат значительно более крупные долгосрочные выгоды как для

организации по проведению переписи или статистического ведомства, так и для внешних организаций.

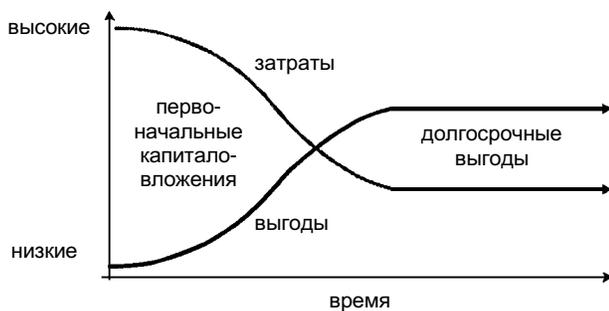
2.6. Капиталовложения в ГИС в большой степени ориентированы на будущее. Это означает, что главные затраты делаются на ранней стадии проекта, а ощутимые выгоды будут проявляться только на поздних этапах его реализации. Это положение проиллюстрировано на рисунке П.1, где противопоставлены затраты и выгоды для методов традиционного картования и цифровой картографии.

Рисунок П.1. Затраты и выгоды при различных вариантах картования при проведении переписи

а) Традиционные методы картования



б) Цифровое картование



В первом случае карты воспроизводятся вручную для каждой переписи. Затраты имеют тенденцию превышать выгоды, поскольку печатные карты применимы только для переписи. Во втором случае первоначально крупные капиталовложения в долгосрочной перспективе приводят к более низким затратам на обслуживание и на обновление карт. Долгосрочные выгоды в этом случае оказываются значительно выше, поскольку в результате этого процесса создаются многоцелевые цифровые базы данных.

2.7. Сказанное выше еще раз подтверждает важность долгосрочной стратегии для использования карти-

рования при проведении переписей. Часто картование для переписи ориентируется исключительно на конкретный проект. За несколько лет до переписи формируется группа специалистов, которая вручную быстро создает схематические карты, используемые только для регистрации. Через несколько лет этот процесс начинается сначала, на этот раз для новой переписи. Более эффективным является отношение к картографическому сопровождению переписей как к непрерывному процессу, предусматривающему регулярное обслуживание баз данных постоянным штатом, который достаточно часто проходит дополнительное обучение.

1. Затраты

2.8. Не следует недооценивать суммы краткосрочных капиталовложений и долговременных затрат, связанных с обслуживанием географических информационных систем. Как и любой вид технологических или организационных преобразований (например, внедрение управления информационными системами), внедрение ГИС требует изменения сложившегося порядка и значительных расходов не только на программное обеспечение и оборудование, но также и на оплату информации, профессиональную подготовку персонала, реформу планирования и организационных структур. Значительные расходы, связанные с внедрением таких систем, стали основной причиной, побудившей авторов пересмотренного издания «Принципов и рекомендаций в отношении переписей населения и жилого фонда» (Организация Объединенных Наций, 1998) очень осторожно выбирать формулировки в разделах, связанных с ГИС. В частности, нередко недооцениваются косвенные затраты, что может стать причиной неудачи проекта.

2.9. Ниже приведен перечень задач, решение которых может потребоваться при внедрении ГИС и которые потребуют затрат от организации, ведущей эти работы (см. Worrall, 1994, и Becker and others, 1996; см. также Bond and Worrall, 1996; и Bond and others, 1994). Соответствующие этапы намного подробнее рассмотрены далее в настоящем *Руководстве*. Многие из затрат характерны не только для цифровой картографии. Например, затраты на координирование операций по сбору децентрализованных данных или на преобразование данных будут одинаковыми независимо от того, создаются карты вручную или в цифровой форме. Кроме того, не все шаги необходимы в каждом проекте. Организации по проведению переписи, которая предпочтет ограничиться настольной картографической системой для публикации результатов переписи в виде тематических карт, не придется тратить много времени и больших денежных средств на детальное планирование. И наоборот, проект, предусматривающий полную реализацию возможностей картования при проведении пе-

реписи, может потребовать значительных капиталовложений, а его успех или неудача будут прямым следствием того, насколько четко этот проект был спланирован.

Статьи расходов

<p>Проектирование и планирование систем, консультативные услуги, рабочее время управленческого персонала</p>	<p>В процессе генерального планирования проекта или отдела ГИС в организации формулируются цели, оцениваются предполагаемые затраты и определяется последовательность действий. Большую пользу может принести привлечение специалистов из других организаций, что подтверждается появлением в последние годы крупного коммерческого сектора консультативных услуг по использованию ГИС. Организациям по проведению переписей в развивающихся странах всегда полезно посетить подобные организации других стран, имеющие значительный опыт работы с ГИС, для изучения их опыта (см. также Coiner, 1997).</p> <p>Составной частью процесса генерального планирования являются оценка имеющихся данных и разработка стратегии их преобразования, что чаще всего бывает наиболее ресурсоемким элементом проекта.</p>
<p>Приобретение или интеграция оборудования</p>	<p>Компьютеры становятся все более мощными, а цены на них продолжают падать. Однако некоторые из этих преимуществ сводятся на нет появлением новых видов программного обеспечения, предъявляющих все более высокие требования к производительности процессора и объему памяти компьютера. Если предстоит интеграция существующего оборудования, могут потребоваться расходы на увеличение объема памяти или дискового пространства; в этом случае придется также решать проблему совместимости имеющегося и вновь закупленного оборудования. Помимо компьютеров с мощными процессорами и значительным объемом дисковой памяти пакеты ГИС используют периферийные устройства: дигитайзеры, сканеры и крупноформатные цветные принтеры, которые не входят в стандартный комплект оборудования для организаций по проведению переписи.</p>
<p>Оценка и выбор программного обеспечения для ГИС или картирования</p>	<p>В настоящее время рынок предлагает десятки приемлемых пакетов ГИС и настольных картографических систем стоимостью от нескольких сотен до десятков тысяч долларов США. По мнению многих аналитиков, в ближайшие несколько лет продолжится консолидация рынка средств программного обеспечения ГИС, что приведет к снижению цен на программное обеспечение, поскольку оставшиеся на рынке продавцы будут получать прибыль за счет увеличения объема сбыта.</p> <p>В реальной практике выбор сократится до нескольких программных пакетов, которые утвердились в качестве стандартных среди заинтересованных организаций и способны работать со сложными базами данных большого объема, типичными для проектов проведения переписи. Эти пакеты обеспечивают достаточную поддержку пользователей и выполнение всех функций, необходимых для реализации задач, предусмотренных проектом проведения переписи.</p> <p>Если предполагается интенсивный обмен данными с другими правительственными организациями или издержки, связанные с производством данных, делятся между ними, важным критерием становится совместимость с этими организациями. Может также оказаться уместным иерархический подход, при котором главное подразделение, работающее с ГИС, имеет возможность пользоваться мощным программным обеспечением, а региональные подразделения или группы на местах, в своем большинстве выполняющие рутинные задачи, будут полагаться на более дешевые и менее мощные виды программного обеспечения.</p> <p>Продавцы профессионального программного обеспечения часто требуют или поощряют заключение контрактов на сопровождение, поэтому в бюджете должны быть предусмотрены соответствующие расходы. Такие услуги обычно дороги, но часто они оказываются лучшей возможностью гарантировать бесперебойную работу.</p>
<p>Разработка прототипов</p>	<p>Перед тем как начинать реализацию проекта по проведению переписи, целесообразно провести пилотный эксперимент в одном из небольших районов страны. Для этого потребуются дополнительное время и ресурсы, однако такой проект будет полезен, так как позволит на ранних этапах выявить методологические проблемы. При реализации крупных проектов следует обратиться к крупным фирмам-поставщикам программного обеспечения с просьбой предоставить тестовую информацию в рамках реалистического приложения, определяемого организацией-клиентом. В ходе оценки системы организация по проведению переписи долж-</p>

на убедиться в том, что любые демонстрационные примеры и тесты правильно выполняются на реалистических наборах данных, которые отражают все возможные аспекты применения картирования в ходе переписи. Демонстрационные примеры всегда успешно выполняются с данными, поставляемыми разработчиком пакета. Однако этот факт не гарантирует работоспособности системы при использовании для решения реальных задач в ходе переписи.

Выбор конфигурации оборудования и программного обеспечения

Поскольку формирование данных для ГИС требует значительных затрат времени и труда, обычно рекомендуется подход, предусматривающий распределение усилий в ходе переписи. Его реализации в значительной степени способствует организация сети, в которой можно легко обмениваться данными. Для этой цели можно использовать локальные сети (LAN), специальные сети, соединяющие, например, национальную организацию по проведению переписи с региональными отделениями, либо, что приобретает все большее распространение, стандартные подключения к сети Интернет.

Для случаев крупномасштабных переписей может потребоваться заказ определенных дополнительных услуг, например организация интерфейса между пакетом ГИС и системой управления базой данных обобщенного типа, которая уже находится в эксплуатации.

Планирование персонала

Внедрение в организации новой технологии может потребовать привлечения нового персонала. Может, например, потребоваться сотрудник, имеющий опыт работы в области цифрового картирования или ГИС, для руководства новым подразделением, которое будет заниматься этими проблемами. Кроме того, необходимо оценить потребности в обучении персонала или в переводе сотрудников на другие должности, что обеспечит плавный переход от старой системы картирования к новой.

Обучение, развитие специализации и переподготовка персонала

Помимо затрат на оборудование, программное обеспечение и преобразование данных четвертой статьей расходов в любой деятельности, связанной с использованием ГИС, является обучение персонала. Согласно расчетам, от 5 до 10 процентов общих затрат по проекту должно быть направлено на финансирование обучения персонала. Высокие затраты на обучение связаны в значительной степени с отсутствием приемлемого начального уровня квалификации у лиц, желающих получить работу, сложностью многих пакетов программного обеспечения ГИС, а также недостатком опыта в области географии и пространственного анализа у большинства сотрудников статистических организаций.

Вполне вероятно, что эти проблемы не останутся столь же острыми в будущем. Во многих университетах основы ГИС преподаются не только на географических факультетах, но также на отделениях информатики, природных ресурсов, бизнеса и статистики. Стандартная базовая программа для университетов и профессиональных учебных заведений поддерживает такое отношение к этой проблематике (например, NCGIA, 1998). Программное обеспечение ГИС становится все более удобным для пользователей по мере того, как платформа на основе Windows утверждается в качестве стандартной, и по мере того, как разработчики начинают учитывать потребности все более широкого и не обладающего специальными знаниями сообщества пользователей. Например, многие сравнительно дешевые пакеты ГИС для настольных компьютеров позволяют выводить на экран изображения, полученные с помощью дистанционного зондирования, причем оцифровывание нужных объектов можно проводить непосредственно с экрана. Ранее такие операции требовали специализированного программного обеспечения для обработки изображений, а также специального обучения персонала работе с данными дистанционного зондирования.

Тем не менее нельзя снижать требования к профессиональной подготовке персонала. Более того, необходимо постоянное повышение его профессионального уровня с учетом динамично меняющегося рынка оборудования и программного обеспечения. В идеале профессиональная подготовка персонала не должна ограничиваться обучением основным приемам решения рутинных задач. В долгосрочном плане более выгодным будет дать сотрудникам возможность познакомиться с более общими теоретическими концепциями, такими, как достоверность пространственных данных или возможности анализа географических данных. Наличие более осведомленного, заинтересованного и творчески мыслящего персонала позволит повысить качество географических документов переписи.

Проектирование базы данных, моделирование данных, создание процедурного руководства

Моделирование данных — это процесс определения объектов, которые будут включены в базу данных, их признаков и соотношений, а также их внутреннего представления в базе данных. Моделирование данных предусматривает разработку концептуальных, логических и физических моделей географических баз данных для переписи. Одним из результатов моделирования является полный словарь данных, который определяет содержание баз данных, созданных в данной организации. В странах, где существует национальная база цифровых топографических данных, такие словари могут быть взяты без изменений или после соответствующей переработки из других организаций. Иногда такой словарь данных приходится составлять заново. Объем необходимых для этого ресурсов будет зависеть от объема проектируемой базы данных.

Может также оказаться необходимым интегрировать существующие модели баз данных, которые были созданы для управления данными переписи, представленными в табличной форме. Это необходимо, например, если требуется интегрировать данные предыдущих переписей в базы данных ГИС.

Помимо словаря данных создается процедурное руководство, которое определяет последовательность этапов при сборе и обработке цифровых пространственных данных. Такие руководства должны обеспечить согласованность наборов данных, создаваемых различными техническими специалистами или группами, как правило разбросанными по территории страны. Они также определяют характер текущей аналитической работы, например методы, которые следует применять при приведении данных прошлых переписей в соответствие с новыми границами районов, появившимися в результате пересмотра административных единиц.

Определение стандартов точности также является частью общего процесса проектирования базы данных. Хотя точность обычно не является важным моментом при картировании для переписей — многие страны полагаются при этом на созданные вручную схематические карты, — она становится проблемой, когда карты результатов переписи используются в сочетании с другими, более точными данными.

Затраты в переходный период

Если в течение переходного периода приходится одновременно эксплуатировать старую и новую системы, тогда нужны дополнительные затраты. Это необходимо для обеспечения качества услуг в период, когда решаются проблемы новой системы. Если для многих пользователей важна своевременная доставка информационной продукции, для переходного периода может оказаться полезным сохранение в эксплуатации старой системы в качестве дублирующей.

Сбор и приобретение данных

Некоторые виды информации для картирования при переписи могут быть получены из коммерческих источников или от других организаций, которые берут плату за использование информации. Для картирования при переписи полезны комплекты вспомогательных данных, характеризующие дорожную сеть, гидрологические системы или высотные отметки, поскольку границы районов следует по возможности совмещать с реальными объектами, которые можно выявить на местности. Приобретение таких данных у внешних продавцов или у других правительственных организаций позволит сэкономить время и финансовые средства и одновременно повысить согласованность информации, производимой различными ведомствами.

Кроме того, как об этом говорится ниже, в разделе D, при создании карт, связанных с переписью, могут использоваться данные аэрофотосъемки и изображения, полученные с помощью спутников. Эту информацию получают от внешних продавцов или, когда речь идет об аэрофотоснимках, заказывают у частной компании.

Сбор данных, преобразования

Сбор первичных данных — это, вероятно, самый дорогой этап проекта ГИС. Доля этого этапа в общем бюджете проекта, включая приобретение данных от внешних продавцов, часто оценивается цифрой от 60 до 70 процентов. Это намного превышает затраты на оборудование и программное обеспечение.

Сбор данных включает в себя картографические операции на местности с использованием традиционных приемов или новых методов, которые обсуждаются в последующих разделах. Преобразование или автоматическая обработка данных, напротив, предусматривают процесс создания слоев цифровых данных ГИС на основе бумажных карт. Возможны два варианта этого процесса. Карту можно оцифровывать вручную с помощью планшетного дигитайзера или сканировать целиком, чтобы затем с помощью преобразования из растрового в вектор-

ный формат создать файл, который можно ввести в ГИС. Оба этих метода рассматриваются в разделе D.

Проверка, обеспечение и контроль качества

Независимо от выбора варианта преобразования данных, процесс преобразования требует больших трудовых затрат и создает много возможностей для ошибок. Поэтому в процессе должны быть предусмотрены эффективные процедуры для проверки получаемых данных как с точки зрения точности отображения местоположения объектов на местности, так и в плане логического соответствия. Аналогичные процедуры требуются также для обеспечения качества выводимой конечной информации, такой, как данные перекрестных таблиц или комбинации слоев ГИС. Если необходимо обеспечить высокую точность, то вполне уместно выделить на этап окончательного редактирования и контроля качества такой же объем ресурсов, который выделен в бюджете на преобразование данных.

Контроль качества имеет также отношение к разработке стандартов метаданных. Одной из серьезных проблем цифровых данных является то обстоятельство, что документация часто отделяется от самих данных и легко может быть утеряна. Необходимы эффективные меры, позволяющие избежать утраты точности и качества данных вследствие отсутствия информации о каждом конкретном наборе данных. Метаданные должны включать в себя всю информацию, имеющую отношение к набору данных, в том числе ссылку на исходную карту, дату, тип проекции и масштаб, этапы обработки набора цифровых данных, стандарты размещения данных и точности. Форматы метаданных для цифровых пространственных данных были разработаны многими национальными картографическими агентствами и могут быть адаптированы к требованиям конкретного статистического органа.

Сопровождение системы

Сопровождение системы предусматривает модернизацию программного обеспечения и оборудования, а также обучение персонала, которое может оказаться необходимым в результате такой модернизации. Затраты на этот компонент часто оцениваются в 10 процентов первоначальных ежегодных капиталовложений, хотя эта цифра может меняться в зависимости от масштаба и сферы применения проекта.

Анализ функционирования установленной системы

Даже после детального планирования и проведения пилотного эксперимента может оказаться полезным с целью выявления слабых мест внести в полномасштабно действующий проект дальнейшие усовершенствования. Для повышения производительности целесообразно вести анализ системы силами сотрудников организации и привлекая внешних специалистов.

Совершенствование возможностей географической информационной системы в пределах организации не следует рассматривать как линейный процесс, имеющий четко определенную дату завершения. Скорее это непрерывный процесс совершенствования методов работы. Одним из элементов повседневной деятельности, таким образом, должен стать анализ работы группы ГИС.

Разработка стратегий распространения данных

В то время как любой человек может воспользоваться печатными публикациями результатов переписей, а большинство пользователей цифровой и табличной информации о результатах переписи будут иметь доступ к электронным таблицам или другим офисным программам, имеющимся в организации по проведению переписи, пользователи могут не иметь свободного доступа к ГИС и картографическим программам, позволяющим использовать цифровые карты переписи. Для обеспечения максимально возможного использования таких данных, организация по проведению переписи должна разработать стратегию, которая поможет пользователям получить доступ к такому программному обеспечению.

Проблема сравнительно легко решается в странах с высоким уровнем развития, где пользователи имеют возможность закупить необходимое программное обеспечение. В менее развитых странах возможны несколько вариантов расширения масштабов использования цифровых пространственных данных. Они включают в себя соглашения о сотрудничестве с продавцами программного обеспечения, имеющие целью снизить закупочные цены, или выделение субсидий из общественных фондов на закупку программного обеспечения, а также разработку внутри организации программы для просмотра данных и использование бесплатных или общедоступных пакетов программ, таких, как комплексный пакет программ для базы данных в области географической информации, картографии и графики (PopMap) (United Nations, 1997b; и Vu, 1996).

2. Выгоды

2.10. Следуя точке зрения Worrall (1994), мы можем провести различие между выгодами от *интенсификации* и выгодами от повышения *эффективности*. Первые подразумевают, что после переходного периода можно добиться увеличения объема или повышения качества продукции при неизменном объеме входных данных или обеспечить такой же объем продукции при меньшем объеме входных данных. Результатами такого подхода могут стать экономия затрат или повышение производительности, которые чаще всего может обеспечить сама организация по проведению переписи, поскольку при этом она может создавать карты быстрее или с меньшими затратами ресурсов, чем раньше. Повышение эффективности, напротив, связано с последствиями политических решений или программ, которые реализуют выгоды от повышения качества информации. Эти выгоды чаще всего ощущают потребители статистических данных, полученных в результате переписей населения и жилого фонда. Например, наличие цифровых карт о народонаселении, которые можно использовать в сочетании с экологической информацией, может обеспечить переход к более совершенным мето-

дам принятия решений в агентстве по охране окружающей среды той или иной страны. Выгоды от интенсификации и от повышения эффективности рассмотрены ниже.

а) Выгоды от интенсификации

2.11. Выгоды от интенсификации будут реализовываться преимущественно за счет экономии и предотвращения затрат и повышения производительности за счет сокращения времени, необходимого для выпуска продукции. Эти выгоды обычно поддаются измерениям, хотя они могут проявляться лишь на достаточно поздних стадиях проекта ГИС. Однако выгода может быть связана также с созданием продукции более высокого качества или принципиально новой продукции. Например, если цифровая карта имеет более высокую точность, чем карта, созданная вручную, в этом случае не будет выгод в плане экономии времени или затрат, но, тем не менее, будут получены совокупные выгоды. Приводимый ниже перечень представляет собой сочетание «материальных», поддающихся измерению выгод и «неявных», косвенных последствий.

Повышение
производительности
и экономия времени

После первичных капиталовложений в создание базы цифровых данных их обновление можно осуществлять более быстрыми темпами. Кроме того, использование созданной базы данных позволяет повысить объем и качество продукции при сохранении численности персонала. Использование цифровых данных расширяет круг задач, которые может решать национальная организация по проведению переписи, включая, например, разработку инструментария для проведения выборочного обследования или комбинирование этих данных с другими слоями, такими, как информация о землепользовании, для создания новых статистических признаков. Экземпляры обновленных карт можно напечатать немедленно, без утомительных ручных операций, что позволяет национальной статистической организации более быстро реагировать на меняющиеся потребности и запросы пользователей данных.

Экономия
затрат/предотвращение
затрат

Замена технического сотрудника, который вручную перерисовывает карту, на оператора компьютера может привести — после переходного периода, необходимого для обучения, — к уменьшению потребностей в персонале с соответствующим снижением затрат. Кроме того, цифровые карты переписи легче адаптировать для других задач, например для сельскохозяйственных или экономических переписей или для специализированных выборочных обследований.

Цифровое картирование с использованием дистанционного зондирования может оказаться дешевле, чем создание карты на основе широкомасштабных полевых работ, особенно на территориях, подверженных слишком быстрым изменениям, которые трудно отразить на карте, или на удаленных и труднодоступных территориях. Кроме того, выпуск продукции — особенно специальных видов и в малых объемах — с использованием цифровых баз данных для переписей обходится дешевле, чем с использованием ручных методов.

Использование цифровых карт позволяет создать более защищенную систему архивирования по сравнению с печатными бумажными картами, поскольку при этом становится возможным дешевое и быстрое изготовление многочисленных резервных копий, которые могут храниться в разных местах. Кроме того, для хранения таких резервных копий требуется меньше места, чем для массивного набора бумажных карт.

Более высокая достоверность и авторитет картографической продукции	<p>Помимо более высокой производительности и общего снижения затрат, цифровое картирование при проведении переписи создает ряд дополнительных преимуществ. Например, цифровые методы позволяют производить в небольших количествах карты для счетчиков, отпечатанные на типографском уровне. Эти карты пользуются у многочисленных временных сотрудников, участвующих в переписи, большим авторитетом, чем выполненные вручную картосхемы.</p>
Более качественное обслуживание	<p>Применение цифровых данных сокращает цикл подготовки и выпуска стандартной информации по результатам переписи. Например, если карты счетных участков уже существуют в цифровом виде, результаты переписи, представленные в табличном виде, легко могут быть связаны с ними для создания тематических карт.</p> <p>Может быть создана также информационная продукция специального назначения, например нестандартные карты или результаты переписи, агрегированные с учетом потребностей клиента. При использовании ручных методов невозможен рентабельный выпуск небольших объемов специальной картографической продукции. Использование цифровых методов позволяет организации по проведению переписи быстро и дешево выполнить заказ даже на один или два экземпляра карты.</p>
Увеличение точности	<p>Цифровой метод повышает точность карт по сравнению с картосхемами, что, в свою очередь, повышает качество продукции и расширяет диапазон ее практического использования. Некоторые цифровые методы, такие, как составление цифровых ортофотоснимков, обеспечивают высокий уровень собственной точности. При картировании для переписи более высокая точность результатов картирования приводит к более точному определению границ счетных участков. Это позволяет снизить вероятность ошибок в ходе переписи, таких, как пропуск или двойной учет некоторых лиц в результате неточной нарезки границ счетных участков.</p>
Улучшение согласованности	<p>Использование цифровых баз данных позволяет создать «бесшовную» базу данных для всей территории страны. Результатом этого является высокий уровень согласованности данных, что особенно важно, например, при изменении границ счетных участков.</p> <p>Включение метаданных в цифровые базы данных в этом случае также упрощается. Например, существуют системы, которые отслеживают операции, выполняемые над цифровыми базами данных ГИС так, что конечный продукт таких операций будет снабжен полным описанием истории преобразований с указанием использованных ГИС процедур. В качестве альтернативы можно рассмотреть систему, при которой оператор должен заполнять специально разработанный для этой цели бланк метаданных каждый раз, когда в набор данных вносятся изменения, или в архив поступает новый набор данных. Внедрение таких процедур в традиционной системе, использующей ручные методы обработки информации, окажется более трудной проблемой.</p>
Формирование доходов	<p>Полный перевод картографического сопровождения переписи на цифровые методы позволит гарантировать полное соответствие границ районов сбора данных и отчетных единиц, поскольку и те и другие получены из одной и той же главной базы данных.</p> <p>Поскольку цифровые карты имеют значительно более широкую сферу практического применения, во многих странах мира развивается рынок такой информационной продукции. Пользователями этих данных в частном секторе являются торговые фирмы, банки, компании по торговле недвижимостью, организации по предоставлению услуг в области здравоохранения, экологические и академические организации. Умеренные цены на такую продукцию способствуют расширению ее использования, ведут к увеличению объемов и снижению стоимости продукции, а также создают условия для бурного развития вторичного рынка в смежных отраслях, предоставляющих услуги, связанные с картированием.</p> <p>Попытки обеспечить полную компенсацию затрат путем назначения более высоких цен на продукцию и ведения жесткой политики защиты авторских прав, напротив, вытесняет с рынка этой продукции случайных пользователей и пользователей из числа некоммерческих организаций, а также ограничивает доступность этих данных для обеспеченных пользователей коммерческой информации. Как показывает опыт различных стран, конфликт между все более ощутимыми мотивами в пользу получения максимальных доходов и необходимостью обеспечить максимальные совокупные выгоды для общества за счет использования недорогих, широко доступных данных до сих пор не разрешен.</p>

b) Выгоды эффективности

2.12. Выгоды эффективности отражают влияние внедрения цифровых данных ГИС на деятельность других правительственных, академических или некоммерческих организаций и частного сектора. Потребности пользователей информации могут быть различными. Rajani (1996) рассматривает две модели сегментации рынка, которыми пользуются поставщики ГИС. В первом случае рынок делится в зависимости от степени сложности запросов пользователя данных. «Производители» — это люди, которые вводят, создают и обслуживают цифровые пространственные данные, выполняют сложный анализ и моделирование. Обычно они пользуются программным обеспечением ГИС высокого уровня и работают на мощных компьютерах. «Пользователи» входят в среднюю категорию и выполняют анализ с применением базовых функций, например совмещение нескольких слоев карт и перекрестная табуляция. Наконец, «зрители» пользуются пространственными данными для решения таких базовых задач, как создание тематических карт и запросы к существующим базам данных. Подсчитано, что число «зрителей» больше, чем «пользователей», которые, в свою очередь, более многочисленны, чем «производители», причем в каждом случае цифры различаются на порядок. Альтернативная модель сегментации рынка имеет в своей основе соотношение цены и возможностей программ, причем каждый из элементов этого соотношения возрастает по мере перехода от основных потребительских карт к настольному картированию, настольным ГИС (которые позволяют создавать данные и выполнять их несложный анализ) и к профессиональным полнофункциональным ГИС.

2.13. Многие пользователи не представляют себе реального потенциала данных переписи. Поскольку традиционно результаты переписи публиковались в печатном виде в весьма агрегированной форме, многие пользователи, которые могли бы извлечь выгоду из детальных статистических данных по небольшим территориям, представленным в цифровой форме, из-за недостатка квалификации и опыта не представляют себе, как эти данные могут помочь им в их работе. Семинары для начального обучения использованию информации и публикации на эту тему, выпущенные или заказанные организацией по проведению переписи, могут расширить возможности пользователя и, следовательно, повысить косвенные выгоды от проведения переписи. *Справочник пользователя данных переписи* (Openshaw, 1995), в котором рассматриваются результаты переписи 1991 года в Соединенном Королевстве Великобритании и Северной Ирландии, может служить хорошим примером такой публикации.

2.14. Ниже приводится перечень выгод, связанных с повышением эффективности, которые могут получить пользователи данных и в какой-то степени организация, проводящая перепись. Только некоторые из этих выгод могут быть выражены количественно в виде экономии времени или средств или через повышение производительности (см. также Nordisk Kvantif, 1987 и 1990). Однако в большинстве случаев эти выгоды носят косвенный характер. Например, повышение наглядности отображения или более высокое качество анализа не обязательно приведут к экономии времени или средств, однако обеспечат лучшее понимание сути явлений, а следовательно, повысят качество принимаемых решений.

Рисунок П.2. Сегментация рынка ГИС
(Rajani, 1996)



Повышение качества анализа

Статистические данные, собранные и опубликованные организацией, проводящей перепись, ориентированы на поддержку планирования и принятия решений в стране. Тематические карты, составленные на основе статистических данных переписи, представляют собой аналитическую основу для широкого круга приложений в области государственной политики. В сочетании с таблицами и статистическими графиками карты привносят новое измерение в процесс анализа данных, что, в свою очередь, позволяет сделать еще один шаг к визуализации сложных процессов и связей, характерных для реальных проблем планирования и принятия политических решений.

Например, выявление по результатам переписи зон с высокой детской смертностью может указывать на определенные экологические условия, приводящие к формированию такой картины. Более высокие темпы рождаемости в ряде других регионов могут быть свидетельством действия культурных предпочтений в пользу больших семей. Полученная информация может использоваться для корректировки программ, пропагандирующих планирование семьи. Визуализация пространственных распределений признаков облегчает анализ их изменений, что имеет значение при мониторинге социальных характеристик. Это, в свою очередь, должно сделать оценку потребностей более достоверной. Короче говоря, наличие статистической и иной информации в пространственно соотнесенной форме в сочетании с функциями, предусмотренными в ГИС, дает возможность применения методов анализа, которые до этого были слишком дорогими или невозможными в принципе.

Совершенствование методов принятия решений

Более совершенные методы анализа, в свою очередь, позволяют усовершенствовать процессы принятия решений. Например, статистические базы данных ГИС полезны при выборе расположения коммунальных объектов, таких, как госпитали, здания пожарной охраны или школы, или при оценке различных сценариев в процессе планирования. Вспомогательные слои данных ГИС в сочетании со статистическими данными по малым районам могут использоваться для выбора объектов мероприятий по борьбе с бедностью или по сокращению различий в уровне экономического развития регионов.

В сочетании со статистическими или имитационными моделями ГИС могут использоваться для разработки сценариев по принципу «что, если», а также для поддержки принятия решений по проблемам распределения ресурсов. Например, имея оценку эконометрического соотношения между каким-либо из интересующих нас показателей и рядом пояснительных переменных, на которые может оказать влияние выбор решения, мы можем оценить характер воздействия различных решений (таких, как определенное увеличение расходов на образование на душу населения) на сельские населенные пункты или на счетные участки. ГИС дает нам возможность представить результаты анализа в пространственно-временной динамике и определить районы, где такое воздействие будет наиболее значительным. Это явно свидетельствует в пользу отказа от применения агрегированных данных при анализе политики. Вместо того чтобы стремиться к выявлению глобальных воздействий, следует уделить внимание детальному изучению ситуации в районах, испытывающих наибольшую нужду.

Повышение эффективности обмена данными

Преобразование данных в цифровую форму должно привести к более надежной координации и обмену данными между правительственными организациями (Batty, 1992). Обмен данными должен также привести к повышению согласованности информационных продуктов, произведенных разными организациями. Для реализации таких преимуществ необходимы четко сформулированные соглашения о сотрудничестве между ведомствами-партнерами в правительстве. Такие соглашения должны распространяться на любые методы исчисления себестоимости, которые могут оказаться необходимыми, а также должны оговаривать вопросы форматов данных, стандартов точности и содержательных определений.

Усиление впечатления, производимого данными

Еще одно преимущество, значение которого не следует недооценивать, состоит в том, что данные, представленные в наглядной форме, обычно лучше воспринимаются и возбуждают больший интерес, чем таблицы. Одной из главных причин успеха ГИС, несомненно, является эффект красивых карт. Это обстоятельство также может повысить общедоступность результатов деятельности статистической организации, увеличить эффективность воздействия информации и помочь общественности осознать выгоды от проведения переписи.

3. Решающие факторы успеха

2.15. Помимо очевидных издержек, которые для данного проекта ГИС могут быть выражены в количественных показателях, есть ряд сложных проблем, которые могут привести к провалу проекта или помешать полной реализации его возможностей. По большей части такие проблемы возникают из-за ошибок в планировании, в результате неправильного выбора оборудования и программного обеспечения, а также вследствие различных организационных неудач. Обзор реальных проектов ГИС позволяет выявить ряд общих черт, характерных для случаев успешного использования ГИС. Отсутствие таких факторов, в свою очередь, указывает на возможные причины неудачи проекта. Ниже приводится перечень решающих факторов успеха, который основан главным образом на работе Джонсона (Johnson 1997):

1. Для развития ГИС в организации должно быть назначено ответственное лицо.
2. Должна быть обеспечена поддержка со стороны высшего руководства.
3. Решение о капиталовложениях в ГИС должно приниматься с учетом потребностей и существующих проблем, а не по техническим соображениям.
4. Необходимо организовать детальное стратегическое, оперативное и управленческое планирование на основе реалистических оценок затрат и усилий, связанных с внедрением проекта.
5. Важно четко определить цели и задачи для отдела ГИС.
6. Следует организовать обучение и профессиональную подготовку сотрудников, связанных с решением этих задач, а также управленческого персонала.
7. Необходимо обеспечить последовательность кадров — возможность сохранять квалифицированных сотрудников.
8. ГИС следует расценивать не как некий независимый дополнительный элемент, а как неотъемлемую часть общей стратегии управления информацией.
9. Необходимо четко оценить потребности пользователей и заранее определить характер выходной информационной продукции.
10. Нужны соглашения о сотрудничестве с другими заинтересованными сторонами.
11. Следует составить четкий график реализации проекта.
12. Необходимо составить обоснованный план долгосрочного финансирования, включая

мероприятия по возмещению затрат, а также стратегию назначения цен на информационную продукцию.

13. Следует тщательно подсчитать затраты на обслуживание и связанные с ним операции.
14. Нужна разработка четких оперативных процедур, регулирующих использование средств ГИС.
15. Хорошо продуманные процедуры контроля и обеспечения качества должны четко выполняться.
16. Необходимо разработать ясные технические условия, требования и контрольные ориентиры, позволяющие поддерживать эффективные отношения с продавцами и исполнителями.
17. Должны быть составлены четко обоснованные контракты с продавцами, консультантами, партнерами и клиентами в системе правительства и за ее пределами.
18. Для проверки совместимости оборудования, программного обеспечения и процедур необходим пилотный проект.
19. Для обеспечения соблюдения заранее установленных временных рамок необходимо установить контроль за выполнением небольших этапов с выдачей информационной продукции.
20. Необходимо организовать распространение информации о продукции и ее сбыт, включая публикацию материалов об успехах в этой области.

С. ПЛАНИРОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕПИСИ

1. Обзор

2.16. Данный раздел посвящен предварительным организационным задачам проекта построения карт переписи и ключевым вопросам планирования, которые определяют структуру конечной базы данных и, следовательно, диапазон приложений, которые эта база данных будет поддерживать. Успех процесса преобразования реальных данных зависит от правильно рассчитанной институциональной основы и четко спланированной стратегии работы. Этапы планирования в данной работе разбиты на вопросы институционального характера, такие, как формирование персонала и сотрудничество с другими учреждениями, определение географии переписи и проектирование базы данных ГИС. Как показано на рисунке П.3, эти этапы могут выполняться более или менее одновременно и большая часть выбираемых решений зависит от принятой стратегии преобразования данных.

Рисунок П.3. Этапы планирования картографической работы при проведении переписи



2. Оценка потребностей и определение характеристик картования

а) Оценка потребностей пользователей

2.17. Одним из первых шагов при выполнении проекта картования переписи является детальная оценка потребностей, после чего следует изучение возможных вариантов выполнения картования переписи. После этого учреждение, проводящее картование переписи, должно согласовать ожидания пользователей с тем, что реально можно получить исходя из имеющихся ресурсов.

2.18. Для успешного планирования переписи требуется проведение широких консультаций с основными пользователями информации, которая будет составлена по результатам переписи. Этот процесс должен быть включен в общую программу консультаций для переписи (см. *Принципы и рекомендации...*, 1998 год, пп. 1.73–1.76, где представлена подробная информация по этим вопросам). По мере возрастания требований к простран-

ственно соотнесенным данным переписи все большее значение в этом процессе будут иметь консультации по вопросам картования. Следовательно, в консультативные группы, участвующие в процессе планирования переписи, необходимо включать учреждения, использующие статистические карты.

2.19. Согласно изданию *Принципы и рекомендации...*, 1998 год, учреждение, проводящее перепись, на этапах планирования должно провести консультации с тремя основными группами:

- пользователями картографической продукции переписи. Это в основном представители других правительственных учреждений, академического исследовательского сообщества и частного сектора;
- лицами и учреждениями, участвующими в проведении переписи. В целях получения полной информации о ресурсах и возможных узких местах учреждение, составляющее карты переписи, должно провести обширное исследование имеющихся в стране людских ресурсов, оборудования, которое

может быть использовано, существующих цифровых и аналоговых картографических продуктов и мероприятий по картированию, проводимых или планируемых другими государственными или частными организациями. Ключевым условием сокращения стоимости картирования переписи и своевременной выдачи продуктов картирования переписи является исключение дублирования работ;

- с) широкой общественностью. Однако с расширением возможностей доступа к компьютерам и картографическим опциям Интернета важной группой станут частные пользователи. Граждане могут, например, захотеть получить статистическую информацию о своем районе или о районе, в который они намерены переехать. Учитывая нынешние стремительные изменения в технологиях, учреждение, проводящее перепись, должно осуществлять тщательное планирование, с тем чтобы предвидеть спрос на информацию, которого еще не было вчера, который может не быть явным сегодня, но станет повсеместным завтра.

б) Определение выходных продуктов

2.20. Потребности пользователей будут определять диапазон выходных продуктов, которые должны быть получены в результате выполнения картирования переписи. Продукты, созданные учреждением по картированию переписи, более подробно описываемые в главе III, могут включать:

- комплект цифровых карт счетных участков для обеспечения производства всех выходных продуктов, которые будут выпускаться для правительственных учреждений и для широкой общественности;
- файлы географических границ для всех статистических отчетных единиц, для которых составляются таблицы показателей переписи;
- перечни всех статистических и административных отчетных единиц, включая города и деревни;
- файлы географической эквивалентности, в которых отражается связь между нынешними отчетными единицами и отчетными единицами, использованными в предыдущей переписи, или как одно множество отчетных единиц связано с другим множеством;
- перечни индексов улиц для всех основных городских территорий;
- центроидные файлы, которые задают репрезентативную базовую географическую точку для каждой отчетной единицы;
- географические справочники, в которых содержатся географические координаты всех населенных пунктов и других важных географических объектов страны.

2.21. Требования пользователей являются наиболее важным фактором для проекта картирования переписи. Однако эти требования должны быть соотнесены с имеющимися ресурсами. Выбор стратегии картирования определяется также рядом других факторов. Среди них:

- имеющиеся финансовые и людские ресурсы;
- существующие цифровые и аналоговые картографические продукты;
- степень интеграции между учреждениями, занимающимися картированием, и статистическими учреждениями страны;
- технические возможности статистического учреждения и сотрудничающих с ним учреждений;
- компромисс между применением технологий, требующих иностранной валюты и ведущих к зависимости от зарубежных производителей, и расширенным использованием неквалифицированных трудовых ресурсов, который может обеспечить благотворное влияние на местную экономику;
- размеры страны;
- временные рамки планирования и выполнения картирования переписи.

с) Варианты осуществления картирования

2.22. Каждая страна начинает свою деятельность по составлению карт для переписи с различного исходного уровня, определяемого имеющейся информацией, бюджетом, техническими возможностями и допустимыми временными рамками. Следовательно, существует множество путей создания полностью цифровых баз картографических данных для целей сбора и распространения данных переписи. Ниже представлен неполный перечень возможных вариантов в порядке возрастания их сложности:

- Создание элементарных цифровых карт на базе существующих эскизных карт.
- Карты по участкам переписи с географическим соотношением, которые могут быть интегрированы с прочими цифровыми географическими базами данных.
- Включение опорных географических слоев, показывающих, например, дороги, реки и другие объекты. Они могут быть включены в качестве простых изображений, взятых из сканированных карт, или созданы в виде структурированной векторной базы данных.
- Цифровой реестр почтовых адресов, где автоматически или полуавтоматически выполняется привязка адресов к цифровым базам данных по дорогам.

- Цифровая база данных с точным указанием места расположения жилых единиц, созданная с помощью географических систем определения местоположения.

2.23. Представленный выше перечень имеет иллюстративный характер. Все эти вопросы подробно обсуждаются в следующих разделах данного *Руководства*. Наиболее подходящая для данной страны стратегия картирования переписи определяется на базе узкоспециализированного подхода с учетом ее потребностей и ресурсов. Поскольку пошаговый подход неприемлем, в настоящем *Руководстве* описывается целый ряд возможных технических и обеспечивающих вариантов. Учреждение, проводящее перепись, должно выбрать из них те методы и процедуры, которые наиболее полно отвечают потребностям страны.

3. *Институциональные вопросы при разработке программы цифрового картирования*

- а) Требования к персоналу, сферам ответственности и подготовке

2.24. Ключевым фактором, определяющим успех или неудачу проекта цифрового картирования переписи, является заинтересованный и квалифицированный персонал. Цели проекта картирования переписи не зависят от того, ручным ли или компьютерным способом будут составляться карты. Однако использование компьютеров требует от персонала, занимающегося картографическим обеспечением переписи, наличия ряда новых навыков, поскольку те же продукты создаются с использованием иных средств (см. Broome and others, 1995). Кроме того, цифровая база данных ГИС может использоваться и для многих иных задач. Поэтому проводящее перепись учреждение должно обеспечить выполнение дополнительных требований к продуктам и услугам, которые не существовали ранее. Следовательно, каждый член коллектива, выполняющего картографические задачи переписи, обязан в должной мере обладать компьютерной грамотностью.

2.25. Опыт, необходимый для традиционного ручного картирования переписи, в основном требуется и для выполнения проекта цифрового картирования. Для цифрового картирования не нужно полностью изменять имеющиеся навыки, необходимо лишь получить дополнительные знания по применению компьютерных методов. Таким образом, лишней становится лишь относительно небольшая часть опыта картографов и географов, но требования к их профессиональным навыкам возрастают. Например, для традиционным образом подготовленных картографов уже не будут нужны некоторые методы ручного составления карт, такие, как выполнение надписей красками, черчение и разметка ручкой или карандашом. Вместо этого после освоения компьютерных

методов эти специалисты смогут применить свой опыт по производству карт и передаче информации для составления детально спланированных счетных участков или тематических карт с использованием ГИС или настольных пакетов картирования. Как правило, проще обучить специалиста в конкретной области компьютерным методам работы, чем учить специалиста по компьютерам той профессии, для которой используется программное приложение.

2.26. Ниже дается подробная характеристика задач, для выполнения которых потребуется персонал в рамках проекта цифрового картирования переписи. Некоторые из них на различных этапах проведения переписи, вероятно, смогут выполнять одни и те же члены коллектива учреждения, проводящего перепись.

2.27. *Планирование.* На ранних этапах проекта должна быть сформирована группа, которая будет определять общую стратегию выполнения цифрового картирования переписи. Для этой цели потребуются специалисты, обладающие знаниями в области географии, знакомые с ГИС и компьютерными приложениями и имеющие опыт картирования переписи. В дополнение к персоналу учреждения, проводящего перепись, группа планирования может включать представителей национального картографического управления и других заинтересованных правительственных организаций, групп пользователей данных или внешних консультантов. К процессу планирования должны быть привлечены технические консультанты из национальных статистических организаций стран, уже перешедших на цифровую картографию переписи, или из международных организаций, так как эти специалисты могут предоставить полезную информацию.

2.28. *Руководство проектом.* Планирование осуществляет руководитель проекта картирования переписи, который также следит за выполнением стратегии цифрового картирования переписи. Руководитель проекта должен иметь опыт работы в области географии, компьютерной техники или аналогичной области, знать ГИС и цифровое картирование. Желательно иметь опыт в области картографии переписи, в идеальном случае полученный в ходе предыдущей переписи. Руководящий опыт или подготовка в области управления необходимы для контролирования финансового планирования, для работы с персоналом и составления графиков работы. Желателен высокий уровень коммуникабельности, способствующий налаживанию взаимодействия с другими подразделениями проекта переписи и сотрудничающими учреждениями. Руководитель проекта должен также следить за современными разработками и тенденциями в области ГИС и быть готовым к перестройке стратегии картирования переписи в случае изменения условий или появления возможности использования лучших решений.

2.29. *Преобразование данных ГИС.* Ответственными за практическое выполнение преобразования картографической информации в формат цифровой базы данных являются специалисты по преобразованию данных, владеющие соответствующими методами ГИС, такими, как оцифровка, сканирование и редактирование баз данных ГИС, и разработке баз данных атрибутов с использованием систем управления реляционными базами данных. Специалисты по преобразованию данных должны определять наиболее эффективные пути разработки цифровой базы данных и осуществлять руководство техническим персоналом.

2.30. *Картографический план.* Руководство проектированием всех картографических продуктов, включая карты счетных участков, инспекторские карты и тематические карты результатов переписи, будут осуществлять картографы. Эти специалисты должны иметь опыт работы в области составления карт и картографических связей, навыки работы с ГИС и цифрового картирования. Большинство этих требований отвечают картографы, имеющие классическую подготовку, но они должны овладеть компьютерными методами работы.

2.31. *Работа на местах.* Требования к работе на местах для картирования переписи изменились вместе с методами, используемыми для производства цифровых карт. Поскольку глобальные системы определения местоположения становятся важным инструментом сбора данных на местах, соответствующий персонал должен быть подготовлен для работы с этими системами, а возможно, и уметь пользоваться портативными компьютерами для загрузки и отображения данных на местах. Учитывая, что для работы на местах не требуется профессиональной подготовки в области географической и изыскательской деятельности, действующий персонал должен быть хорошо подготовлен к работе с новыми инструментами.

2.32. *Оцифровка карт.* Работа по оцифровке носит весьма однообразный характер. Лица, не имеющие профессиональной подготовки в области географии или в аналогичной области, могут относительно быстро получить соответствующую техническую подготовку. Но надо учитывать, что процесс оцифровки требует четкой концентрации, внимания к мелочам и полного понимания структуры цифровых баз географических данных. Ведущие специалисты по оцифровке получают также подготовку в области обеспечения и контроля качества.

2.33. *Системное администрирование.* Своевременное выполнение проекта цифрового картирования переписи зависит от бесперебойной работы компьютерного оборудования. Системный администратор несет ответственность за поддержание в рабочем состоянии аппаратных и программных средств, ликвидацию про-

боев, осуществление поддержки работы картографических специалистов и обеспечение сохранности данных (например, резервное копирование данных). И если системные администраторы не участвуют непосредственно в деятельности по картированию переписи, они, тем не менее, являются важнейшими членами картографического подразделения, так как практически отвечают за надежное функционирование компьютерной системы. В некоторых случаях администрирование компьютерных систем для картографического отделения учреждения, проводящего перепись, может осуществляться персоналом общего отдела компьютерных средств этого учреждения.

2.34. *Специальные требования.* В зависимости от принятой стратегии картирования переписи организация, осуществляющая картирование переписи, может оказаться перед необходимостью расширения специального опыта. Например, если для обновления карт переписи будут широко применяться средства дистанционного зондирования, в штате должен быть специалист, подготовленный к работе со средствами цифровой обработки изображений. Также могут потребоваться операторы для работы с системой сканирования карт большого объема или специалисты по программным системам управления базами данных и компьютерному программированию. Опыт таких специалистов окажется полезным для разработки баз данных атрибутов и для настройки программных систем.

2.35. *Уровни подготовки.* В некоторых странах иногда не оказывается достаточно подготовленных для работы с ГИС специалистов, которые могут быть привлечены на постоянной или временной основе в рамках проекта картирования переписи. Проводящее перепись учреждение должно оценить возможности их подготовки для обеспечения того, чтобы существующий и новый персонал получил знания, необходимые для успешного выполнения проекта. Как правило, персоналу, подготовленному к выполнению географической работы традиционными методами, обладающему некоторой компьютерной грамотностью и прошедшему соответствующую подготовку, не составит особого труда переход на цифровые методы. Для разных целей потребуются различные направления подготовки:

- Для всего персонала проводящего перепись отделения и других подразделений должны проводиться короткие семинары в целях повышения информированности в отношении программы цифрового картирования переписи. Это будет способствовать интегрированию проекта цифрового картирования в общий процесс переписи. Еще одной положительной стороной широкого распространения информации является повышение уровня использования продуктов картирования переписи другими подразделениями учреждения, проводящего перепись. Та-

кие семинары может вести руководитель проекта или специалист из числа персонала картографического обеспечения переписи.

- Короткие семинары внутри подразделений с последующей стажировкой на рабочих местах могут потребоваться для подготовки к выполнению задач, имеющих рутинный характер, таких, как оцифровка. Созданные новым персоналом продукты должны быть подвергнуты тщательному анализу, с тем чтобы выяснить, нуждается ли этот персонал в дополнительных инструкциях или в дополнительной подготовке или же необходим перевод на другую работу.
- Основной состав географов, участвующих в картировании переписи, должен получить дополнительную подготовку для освоения работы с ГИС и методов цифрового картирования. Учитывая высокую стоимость обучения, на курсы, созданные университетами, поставщиками и другими организациями в стране и за рубежом, необходимо направлять только постоянных работников. Лица, получившие такую подготовку, впоследствии должны играть ведущую роль в информировании и подготовке дополнительного персонала. Большое число специалистов можно обучить иерархическим методом «подготовки преподавателей», который в особенности применим для децентрализованного подхода к картированию переписи.
- Применение специализированных методов, таких, как цифровая обработка изображений или современные пакеты компьютерных баз данных, как правило, требует профессионального уровня подготовки или эквивалентного практического опыта работы. В случае если нанять требуемый персонал невозможно, учреждение, проводящее перепись, должно до начала реализации проекта картирования рассмотреть вопрос о направлении сотрудников для подготовки в один из университетов. В настоящее время во всем мире несколько университетов и учебных центров специализируются на проведении одно- и двухгодичных курсов по обучению работе с ГИС, дистанционным зондированием и связанными с этим методами.

b) Институциональное сотрудничество

i. *Обеспечение согласованности с другими правительственными учреждениями*

2.36. Во многих странах производство цифровых географических баз данных осуществляют несколько правительственных учреждений. Национальные картографические управления все шире используют цифровые методы на всех стадиях процесса составления карт.

Другие правительственные организации, включая учреждения транспорта, здравоохранения, экологии и водных ресурсов, тоже применяют ГИС для управления собранной ими информацией и использования ее для анализа и планирования. Компании частного сектора, например коммунальные хозяйства, электросвязь и горная промышленность, также осознали преимущества, которые предоставляет им получение географической информации в цифровой форме.

2.37. Доступ к этим основным базам географических данных необходим большому числу пользователей как из правительственных учреждений, так и из других структур. Многим из этих пользователей требуется доступ к различным базам данных или получение какого-либо стандартного слоя географических данных в качестве шаблона для собственного набора пространственных данных. Слои стандартных данных, которые образуют основу для многих операций по картированию и сбору данных, называются *базовыми данными* (FGDC, 1997a; и Rhind, 1997). В Соединенных Штатах Америки, например, базовыми слоями, которые образуют национальные пространственные базовые данные, являются:

- *геодезическая основа* — система четко определенных географических контрольных точек, которые служат в качестве эталонных для всех операций по картированию в стране; часто также называется опорной сетью;
- *ортофотоизображения* — данные аэрофотосъемки или снимки высокой точности, полученные со спутников, подвергшиеся обработке для обеспечения такой же геометрической точности, что и топографические карты;
- *высотные отметки*;
- *транспортная сеть* — инфраструктура, используемая для перемещения людей и перевозки грузов;
- *гидрография* — поверхностные водные объекты; ими могут быть естественные водоемы, например реки или озера, или искусственные — такие, как каналы;
- *административные единицы*;
- *кадастровая информация* — официальный кадастр прав по земельной собственности.

2.38. К этому перечню можно добавить другие слои базовых данных, такие, как тип почв, растительные зоны и информация по планированию. Наиболее важными для проводящего перепись учреждения являются административные единицы, поскольку счетные участки должны быть согласованы с границами, которые образуют административную иерархию страны. Однако слои данных, таких, как транспорт и гидрография, также важны для картирования переписи, поскольку доро-

ги и реки образуют естественные границы счетных участков. И наоборот, границы счетных участков и данные переписи являются важным источником данных для других правительственных и частных организаций. Для проведения анализа состояния здоровья, например, необходима детальная информация о группах риска. Для планирования организации работы транспорта требуется информация о спросе на услуги общественного транспорта. Общественные и частные коммунальные службы должны знать, где следует обеспечивать более высокую плотность услуг по электроснабжению, водоснабжению или услуг электросвязи.

2.39. Из концепции национальной инфраструктуры пространственных данных, которую составляет база данных ГИС с географическим соотношением, в отношении деятельности по картированию переписи проистекают два следствия:

- Учреждение, проводящее перепись, ответственно за внесение в национальную инфраструктуру пространственных данных гармонизированного набора отчетных единиц, которые согласуются с административной иерархией и с которыми может быть соотнесена социально-экономическая и другая соответствующая информация. Для обеспечения возможности интеграции этих карт переписи с другими источниками данных организация, выполняющая картирование переписи, в отношении географических данных должна придерживаться существующих национальных стандартов.
- Для обеспечения совместимости с другими наборами данных и упрощения разработки карт переписи органы картирования переписи должны тесно сотрудничать с другими правительственными организациями, участвующими в процессе картирования. Кроме обеспечения согласованных стандартов и определений сотрудничество приведет к сокращению стоимости работы, поскольку поможет избежать дублирования деятельности.

ii. Стандарты

2.40. В целях содействия обмену данными между пользователями информации совершенно необходимо координировать разработку баз географических данных. В ряде стран для этого были созданы национальные комитеты по географической информации, в которых собраны ведущие специалисты в области разработки пространственных данных. Кроме того, такие наднациональные организации, как Европейская широкопрофильная организация по географической информации (EUROGI), Постоянная комиссия по инфраструктуре ГИС для Азиатско-Тихоокеанского региона, Европейская комиссия и Международная организация по стандартизации (ISO), активно работают по определению

стандартов географических данных (см. Open GIS Consortium, 1996; Heine, 1997; Moellering and Hogan, 1997; и Rhind, 1997).

2.41. К сожалению, такое большое число участников процесса приводит к разногласиям при определении стандартов. Отдельному учреждению, таким образом, сложно выбрать наиболее подходящие руководящие принципы, форматы данных, метаданные и программные платформы. Эти вопросы обсуждаются более детально в разделе iv, ниже.

iii. Сотрудничество

2.42. В ходе выполнения цифрового картирования переписи организация, проводящая перепись, может наладить сотрудничество с другими правительственными учреждениями или с частным сектором. В разных странах с успехом используются обе эти возможности. Среди правительственных учреждений национальное картографическое управление является наиболее естественным основным связующим звеном. Другие учреждения также могут предоставлять ресурсы или быть заинтересованными в совместном несении затрат по созданию высококачественной базы данных переписи. Из учреждений частного сектора поставщики программного и аппаратного оборудования могут обеспечить поддержку технического аспекта процесса картирования переписи, заключив либо контракт с учреждением, проводящим перепись, либо соглашение о совместном несении затрат, по которому частная компания возвращает свои капиталовложения путем продажи базы пространственно соотнесенных данных переписи. Следует, однако, отметить, что сотрудничество с другими учреждениями является желательным, но не обязательным условием. Учитывая, что учреждение, проводящее картирование переписи, должно создать картографическую базу переписи к определенному сроку, следует избегать полной зависимости от внешних поставщиков картографической информации.

2.43. Любые партнерские отношения или формы сотрудничества должны базироваться на общности интересов и на тщательно сформулированном соглашении. Необходимо определить следующие элементы соглашения о сотрудничестве или протокола о взаимопонимании (на базе FGDC, 1997a):

- *Формализация.* Должно ли быть сотрудничество достаточно свободным или необходимо, чтобы оно было более официальным? Для подписания и введения в действие более официального соглашения потребуется определенное время, но это позволит избежать последующих разногласий по вопросу о правах и обязанностях в отношении разработки и использования информационных продуктов. Во многих случаях, следовательно, необходимо ввести

в действие официальное, юридически оформленное письмо о взаимопонимании между учреждением, проводящим перепись, и соответствующей организацией, которое охватывает все необходимые аспекты партнерских отношений. Такие официальные соглашения, закрепленные контрактом, являются обязательным условием в случае сотрудничества с поставщиками данных или услуг из частного сектора.

- *Сфера партнерских отношений.* Соглашения о сотрудничестве могут подразумевать лишь использование данных другого учреждения или же предусматривать разработку новой крупной комплексной базы пространственных данных.
- *Ответственность.* Как будет распределено выполнение задач и функций? Вопросы, требующие разрешения, включают создание данных, сопровождение, доступ к данным, контроль за выполнением проекта и использование ресурсов.
- *Полезность.* Очевидно, что соглашение должно быть выгодным для всех его участников, если только одно учреждение не приобретает услуги другого. Полезно определить, какую выгоду получают различные партнеры соглашения, с тем чтобы справедливо распределить между ними задачи и сферу ответственности.
- *Требования к ресурсам.* Ресурсы включают персонал, вычислительную среду, материалы и средства связи. Должны быть проанализированы также ресурсы, необходимые для управления и контроля за выполнением проекта.
- *Распределение затрат.* Любые прямые и косвенные затраты, связанные с деятельностью в рамках партнерства, должны распределяться на справедливой основе. Бухгалтерский учет, таким образом, окажет-

ся довольно непростым, поскольку вклады могут осуществляться в денежной форме, в форме предоставления данных, труда, использования оборудования или каким-либо иным образом.

- *Возмещение затрат.* Если распространение окончательных продуктов приносит прибыль, она должна быть распределена с учетом затрат, понесенных в ходе управления и выполнения распределения данных. Это также включает четкое определение согласованного использования и авторских прав в отношении выходных продуктов.
- *Разрешение конфликтов.* В случае возникновения разногласий в ходе выполнения проекта желательно заранее установить порядок разрешения будущих конфликтов.

iv. *Стратегия сотрудничества*

2.44. Сотрудничество не ограничивается совместным использованием продуктов или услуг между учреждениями внутри страны. Некоторые учреждения, проводящие перепись, используют механизмы сотрудничества с проводящими перепись учреждениями в других странах. Такие двусторонние соглашения могут заключаться между странами, имеющими одинаковый уровень ресурсов, используемых технологий и статистических систем, или могут предусматривать оказание технической помощи странам с относительно низким уровнем технологии картирования переписи. В зависимости от имеющихся ресурсов соглашение о сотрудничестве может включать обмен идеями в рамках регулярных визитов и семинаров, совместные исследовательские проекты и даже совместные закупки или коллективное использование ресурсов, таких, как оборудование, которое не требуется на постоянной основе, или специальные знания.

Рамка П.1. *Сотрудничество между учреждениями, выполняющими картирование, в Австралии*

2.45. Австралия является хорошим примером того, как сотрудничество между различными правительственными учреждениями может оказать положительное воздействие на распространение цифровых географических данных, даже не связанных непосредственно с деятельностью проводящего перепись учреждения. В рамках переписи 1996 года в Австралии национальное картографическое управление не могло составить полную национальную цифровую картографическую базу данных, поскольку не имело разрешения на крупномасштабное картирование городских районов. Австралийское статистическое бюро оказало содействие в создании консорциума государственных, территориальных и федеральных картографических организаций для разработки национальной цифровой базовой карты. Данный консорциум — *Картографические организации государственного сектора* — проводит обновление цифровой картографической базы для переписи 2001 года, и эта работа признается одной из наиболее удачных в области картирования в Австралии за последние годы.

Источник: Frank Blanchfield, Австралийское статистическое бюро, личная переписка; Rhind, 1997, глава 13.

с) Оборудование и программное обеспечение для приложений картирования переписи

2.46. Выбор подходящего компьютерного оборудования должен происходить только после тщательного обдумывания всех прочих аспектов проекта картирования переписи. Компьютерное оборудование и программные технологии развиваются весьма быстрыми темпами, и на рынках постоянно появляются новые и усовершенствованные их виды. В связи с этим закупки не следует производить на слишком ранних этапах, поскольку существует опасность устаревания оборудования и программного обеспечения к моменту его использования. Требуемое для картирования переписи оборудование по большей части является стандартным и для других прикладных компьютерных программ. Таким образом, компьютеры, мониторы или принтеры, приобретенные для проведения картографической работы для переписи, могут использоваться для ввода или обработки данных на более поздних этапах переписи.

2.47. Дополнительные аппаратные средства — сканеры, дигитайзеры и широкоформатные графопостроители — характерны для ГИС и других географических приложений. Двумя отличительными свойствами приложений для картирования переписи являются большой объем создаваемых материалов и важность своевременного создания полной картографической базы данных, поскольку проведение переписи в целом зависит от этих картографических продуктов. Проводящее перепись учреждение должно убедиться в том, что выбранное оборудование и программное обеспечение могут работать с приложениями больших объемов и подтвердили свою высокую надежность и стабильность при работе с аналогичными по объему и нагрузке приложениями. Другой желательной характеристикой является простота эксплуатации и обслуживания, так как большую часть персонала, участвующего в программе картирования, составят неопытные пользователи компьютеров. В следующих разделах анализируются компоненты оборудования.

i. Компьютеры и сети

2.48. За последние годы произошел переход с мощных рабочих станций ГИС на базе операционной системы UNIX на картографические программы, установленные на персональные компьютеры. Сложные и требующие значительных ресурсов прикладные программы ГИС, для работы которых еще несколько лет назад требовались мощные рабочие станции, теперь могут работать на стандартных персональных компьютерах (ПК) массового производства. Это значительно снизило стоимость установки ГИС и облегчило их использование, поскольку программное обеспечение может работать со

знакомыми интерфейсами в среде Windows. Хотя ГИС на базе UNIX останутся популярными для мощных приложений или в качестве серверов для крупных сетей, состоящих из рабочих станций на базе ПК, потребностям большинства приложений ГИС для переписи могут отвечать стандартные ПК.

2.49. Для облегчения обмена данными и для обеспечения коллективного пользования периферийными устройствами — принтерами, графопостроителями, сканерами и т. д. — компьютеры должны быть объединены в локальную вычислительную сеть. При одноранговом объединении в сеть компьютеры просто получают доступ к локальным файлам, расположенным на разных машинах. Такой метод построения сети и организации коллективного пользования файлами поддерживается стандартными операционными системами. Более распространена сетевая модель, построенная по схеме клиент–сервер (см. рисунок II.4), где мощный компьютер является центральным хранилищем архивов файлов и программного обеспечения и поддерживает канал связи с периферией. Например, доступ к принтерам с разных компьютеров происходит через сервер. Централизованное хранение имеющих важное значение файлов и программного обеспечения упрощает процесс сопровождения, например обновление программной части и резервное копирование. В качестве компьютеров клиентов используются стандартные ПК, возможно с мощными процессорами и большим объемом файловой памяти. На каждом ПК локально могут быть установлены стандартные пакеты прикладных программ, например приложения для деловой сферы.

Рисунок II.4. Модель клиент–сервер



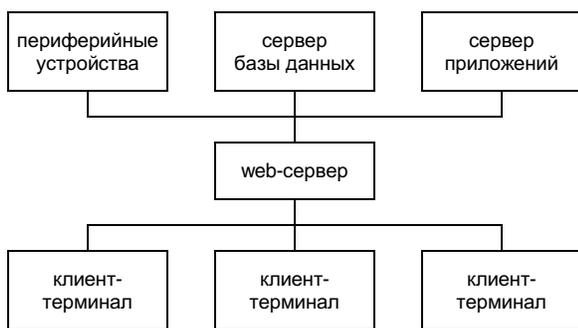
2.50. Модель клиент–сервер позволяет создать в организации картирования переписи гетерогенную вычислительную среду. В качестве рабочих мест оцифровки могут использоваться менее современные и более дешевые компьютеры, которым не требуется большая вычислительная мощность. Для разработки и анализа базы данных ГИС необходимы компьютеры, обладающие более высоким быстродействием, а для производства выходных документов могут быть подобраны компьютеры, обеспечивающие скоростную печать. Преимуще-

ства и возможная экономия затрат, достигаемые за счет гетерогенной вычислительной среды, должны быть обязательно соотнесены со сложностью сопровождения и поддержки, обусловленной наличием в сети различных типов компьютеров.

ii. *Современные достижения в области построения вычислительных сетей*

2.51. Модель клиент–сервер будет удовлетворять вычислительные потребности большинства проводящих перепись учреждений еще в течение некоторого времени. Однако, по-видимому, эта модель уже себя исчерпала. Технологии Интернета и Интранета обеспечивают независимую от платформы стандартизованную вычислительную среду. Сетевые серверы в будущем могут быть заменены web-серверами, которые осуществляют сопровождение файлов и программного обеспечения и управление сетевым трафиком локально и в процессе связи с внешним миром. web-сервер функционирует как сервер базы данных и программных приложений для любого числа *маломощных клиент-терминалов*, или *сетевых компьютеров* (см. рисунок II.5). Эти терминалы представляют собой простые компьютерные рабочие станции с ограниченной вычислительной мощностью и небольшим объемом памяти. Пользователи по мере необходимости просто загружают с сервера программы, например модуль оцифровки или программу картографического построения, вместе с необходимыми компонентами базы данных. Элементы такой модели вычислительной сети были доступны уже в момент написания этих строк, однако функционирующая в полном объеме ГИС на базе web-сети с функциями ввода, манипулирования и вывода еще не создана.

Рисунок II.5. Модель вычислительной сети



2.52. В настоящее время во многих проводящих перепись учреждениях уже обеспечена связь с Интернетом. Некоторые из них используют Интернет в качестве основного механизма связи и обмена данными между центральным учреждением и местными учреждениями, которые разбросаны по всей стране. Для проекта распределенного картирования переписи, когда

большая часть операций по сбору данных и основное картирование выполняются локально, Интернет обеспечивает также средства для обмена цифровыми картами и другой необходимой информацией, а также отчетами, инструкциями и документацией.

2.53. Следующим шагом в развитии сетей является «проникающее вычисление», при котором web-серверы поддерживают не только клиент-терминалы, являющиеся достаточно ограниченными по мощности ПК, но и другие типы устройств. Интеллектуальные мобильные телефоны, персональные цифровые секретари-референты и портативные компьютеры получают возможность взаимодействовать с web-серверами по стандартным протоколам Интернета. Сейчас слишком рано говорить о применении этой технологии для картирования переписи. Однако вполне вероятно, что в будущем счетчики в ходе переписи будут собирать информацию с помощью цифровых персональных референтов, которые автоматически считывают географические координаты домохозяйства, используя для этого глобальную систему определения местоположения. Информация с помощью беспроводных средств передачи данных немедленно транслируется на центральный web-сервер проводящего перепись учреждения, обеспечивая таким образом мониторинг сбора данных в реальном масштабе времени. Хотя технически организация такого процесса в настоящее время уже возможна, стоимость его развертывания в масштабе, необходимом для сбора данных переписи, значительно превышает имеющиеся обычно ресурсы.

2.54. Технологии построения вычислительных сетей постоянно меняются. Поэтому планирование вычислительной среды для проекта картирования переписи должно включать детальный анализ современных достижений в области построения вычислительных сетей. Безусловно, это должно увязываться с общей вычислительной средой других участников переписи в целях достижения максимального использования капиталовложений на всех этапах ее проведения.

iii. *Запоминающие устройства*

2.55. Программные приложения ГИС зачастую характеризуются большим объемом данных. Цифровые карты могут состоять из сотен тысяч и даже миллионов значений координат. Получаемые продукты, такие, как графические файлы и таблицы данных, также требуют большой емкости запоминающих устройств. Специалисты по планированию систем должны поэтому предусмотреть средства для обеспечения достаточного объема памяти, как внутренней, то есть накопителей на жестких дисках, так и внешних запоминающих устройств. Емкость накопителей на жестких дисках постоянно растет, а стоимость продолжает снижаться. Обеспечивая локальное хранение большого объема данных,

накопители на жестких дисках имеют недостатки, обусловленные невозможностью переносимости и ограниченной расширяемостью. Внешние запоминающие устройства включают:

- Накопители на магнитной ленте остаются популярными для резервного копирования информации. Они отличаются невысокой стоимостью и обладают большой емкостью. В современных накопителях используются небольшие по размерам кассеты, на которых, тем не менее, можно разместить гигабайты данных. Недостатком устройств является низкая скорость доступа к информации.
- CD-ROM (постоянное запоминающее устройство на компакт-дисках) — популярный носитель для распространения программного обеспечения и данных. Большинство ПК в настоящее время оборудуются устройствами считывания CD-ROM, внешние детали которых недороги и легко подсоединяются к компьютеру. Цены на устройства записи на CD также существенно снизились, а уровень их надежности за последние годы вырос. Записанные CD отличаются низкой стоимостью и предоставляют удобный способ распространения сделанных на заказ наборов данных небольшого объема или создания мастер-CD для репродуцирования в больших объемах. На CD-ROM может храниться около 630 мегабайт данных.
- DVD (цифровой универсальный видеодиск), видимо, скоро вытеснит CD-ROM в качестве основного средства распространения данных и программного обеспечения, поскольку он имеет большую емкость (несколько гигабайт). Уже существуют недорогие устройства записи на DVD, однако пока остается некоторая неопределенность относительно того, какой формат перезаписываемых DVD будет принят в качестве стандарта. Емкость перезаписываемых DVD превышает 5 гигабайт. В ближайшие несколько лет устройства DVD станут столь же популярны, как и CD.
- Дискеты высокой емкости, по-видимому, заменят существующие трехдюймовые дискеты в качестве мобильного средства хранения данных. Современные модели используют диски, которые по размерам незначительно превосходят нынешние дискеты, имея при этом емкость от 100 мегабайт до 1 гигабайта.

iv. Устройства ввода

2.56. В ходе проекта картирования переписи выполняется преобразование большого объема данных. Картографическая информация и информация по атрибутам собирается по многим источникам, после чего происходит ее преобразование в цифровую форму в согласованной

базе данных ГИС. Поэтому устройства ввода являются ключевым компонентом вычислительной среды учреждения, проводящего перепись. Ниже приведены перечень и краткие характеристики устройств ввода. Более подробно они рассмотрены в разделе D.

- Клавиатура. Ручной ввод координат с клавиатуры выполняется редко. Однако иногда можно быстрее перепечатать координаты из географического справочника или аналогичного источника, чем оцифровывать местоположения точек с карты.
- Мышь. Стандартное позиционирующее устройство для интерфейсов графических пакетов становится устройством ввода координат, когда производится оцифровка на экране с использованием в качестве основы сканированной карты или снимков, полученных со спутников.
- Дигитайзер. Дигитайзеры применяются для высокоточного преобразования данных с карт, напечатанных на бумаге или начерченных на твердом материале, таком, как майлар. Дигитайзеры могут быть различными по размерам, при этом чем больше формат оцифровки, тем больше размер карты, которая может обрабатываться. Даже если проект преобразования данных в основном базируется на технологии сканирования, оцифровка может оказаться полезной для определенных программных приложений. В большинстве пакетов ГИС и настольного картирования предусмотрены программные драйверы для стандартных дигитайзеров.
- Сканер. Крупноформатные сканеры могут существенно образом сократить продолжительность и стоимость процесса преобразования данных. Необходимая информация считывается со сканированных карт либо путем последующей экранной оцифровки, либо с помощью программ автоматического преобразования растровых данных в векторные. В тех случаях, когда необходим высокий уровень качества, аналогичная информация, содержащаяся в сложных картах, перед сканированием часто переносится на отдельные листы бумаги или на майлар. Процедуры преобразования растровых данных в векторные входят в состав некоторых пакетов ГИС, однако для крупномасштабных проектов имеет смысл воспользоваться специализированным программным обеспечением.
- Глобальные системы определения местоположения (GPS). Приборы GPS — это портативные устройства для определения координат точки на местности. Включив прибор, оператор получает координаты точки, в которой находится, с довольно высокой точностью. Прибор может сохранять координаты в памяти и загружать их непосредственно в ГИС. Приборы GPS стали важнейшим инструментом для

сбора данных на местах в географических исследованиях.

v. *Устройства вывода*

2.57. Компьютерное картирование — это графическое программное приложение, поэтому при работе с цифровыми картами и для представления результатов сбора и анализа данных необходимы высококачественные выходные устройства. Большие мониторы с высокой разрешающей способностью относительно дороги, но они значительно упрощают работу с цифровыми картами. Для графических рабочих станций должны быть приобретены мониторы с экраном размером 17 дюймов или более, а для операций по вводу или по обработке данных без использования графики достаточно иметь экран меньших размеров. Хорошая видеокарта и большой объем выделенной видеопамати существенно повышают скорость компьютерного черчения.

2.58. Вывод результатов в виде твердой копии выполняется с помощью принтеров и графопостроителей. Для проекта картирования потребуются графопостроители большого формата, которые будут использоваться для печати тестовых чертежей в целях контроля качества и вывода инспекторских карт, и принтеры небольшого формата для недорогой печати большого количества карт для счетчиков. В качестве стандарта для крупноформатных графопостроителей, используемых для приложений ГИС, технология цветного струйного черчения вытеснила перьевую технологию. Для печати небольшого формата быстрыми и надежными являются черно-белые лазерные принтеры. Хотя цветные принтеры небольшого формата, построенные на струйной технологии, не очень дороги, они не отвечают требованиям производительности для печати большого количества карт. Расходные материалы, такие как чернила и тонер, могут быть достаточно дорогими, что приведет к повышению стоимости печатной страницы и, соответственно, увеличит общий объем расходов по сравнению с имеющими более высокую начальную стоимость лазерными принтерами. Принтеры и графопостроители более подробно анализируются в главе III.

vi. *Безопасность и сопровождение систем: источник бесперебойного электропитания и методы резервного копирования*

2.59. Безопасная вычислительная среда требует надежного электропитания. Сбои электропитания могут вызвать потерю данных, нарушение функционирования компьютеров, повреждение систем и потерю производительности вследствие простоев. Нарушения электропитания могут иметь разные причины:

- Выход из строя электропитания (отключение или перерыв в подаче питания) — полная потеря пита-

ния вследствие, например, сбоя в выработке электроэнергии, нарушений в инфраструктуре распределения электричества, молнии или сильного дождя.

- Скачок напряжения (выброс, переходный процесс или короткий импульс), кратковременное повышение напряжения.
- Кратковременное или продолжительное снижение напряжения (спад), часто вследствие недостаточной выработки электроэнергии.
- Перенапряжение (увеличение), которое в противоположность скачку напряжения приводит к повышенному напряжению в течение длительного периода времени.

2.60. В условиях нестабильного электропитания обязательным компонентом вычислительной системы являются источники бесперебойного питания (ИБП), компенсирующие перенапряжение или недостаточное напряжение и обеспечивающие требуемое электропитание в течение времени, достаточного для безопасного закрытия системы в случае временных нарушений подачи электропитания. Источник бесперебойного питания используется во всех установках, однако в странах, где часто возникают проблемы с электропитанием, эти устройства должны отвечать повышенным требованиям. Если нарушения подачи питания случаются часто, соответственно, так же часто будут разряжаться и заряжаться аккумуляторы ИБП. В случае выхода из строя питания на длительное время разрядившиеся устройства зачастую могут не успеть зарядиться до следующего отказа питания. Следовательно, продолжительность резервного периода времени, обеспечиваемого для системы, и срок службы батарей ИБП могут существенно сократиться. По этим причинам ИБП, работающие в условиях частых отказов электропитания, должны отличаться более высоким качеством и требуют более частого обслуживания, чем устройства, работающие в более стабильных условиях.

2.61. Необходимую мощность ИБП можно определить на основании потребностей в электроэнергии для систем, которые будут к нему подключены. Компьютерное оборудование характеризуется определенным уровнем напряжения (В) и силой тока (амперы, А), которые указываются на самой аппаратуре и в руководстве пользователя. Мощность ИБП определяется в вольт-амперах (ВА). Требуемое значение ВА рассчитывается путем умножения значений В и А для каждого элемента оборудования и суммирования полученных результатов. Например, для небольшого комплекта, состоящего из компьютера, для которого требуется напряжение 120В и сила тока 2А, и монитора на 120В и 1А, понадобится ИБП мощностью 360 ВА или выше. Такой ИБП обеспечит резервное питание в течение, по

крайней мере, 8 минут. Если резервное питание требуется в течение более длительного периода времени, следует выбирать ИБП большей мощности.

2.62. Для стабильного функционирования компьютерного оборудования в течение длительного времени требуются определенные условия. Помимо надежного источника электропитания для оборудования необходима защита от сильных температурных перепадов, таких как сильная жара и сильный холод. В идеальном случае компьютеры должны работать в помещении с кондиционерами, а также приборами, обеспечивающими защиту от пыли. Эти требования не отличаются от установленных для компьютерных систем, используемых для ввода и обработки данных переписи.

2.63. На эксплуатационном уровне весь процесс сбора и сопровождения данных должен быть обеспечен комплексной системой резервного копирования. Существует ряд недорогих систем резервирования, которые выполняют копирование данных, распределенных по всей сети. Резервное копирование — процесс длительный, и наиболее подходящим для его выполнения является ночное время. Как правило, ежедневно выполняется копирование только дополнительной информации, которая появилась или обновилась в течение данного дня. Еженедельно выполняется полное резервное копирование, в ходе которого производится копирование всей файловой системы. Нет необходимости в копировании файлов программного обеспечения или наборов данных, которые имеются на исходных носителях. Тем не менее необходимо регулярно копировать файлы параметров программного обеспечения, в которых записаны индивидуальные параметры настройки. Разумной практикой является хранение еженедельных или ежемесячных резервных копий в безопасном месте за пределами помещения, в котором находится компьютерное оборудование. Это предотвратит полную потерю информации, если в случае пожара или какого-либо стихийного бедствия будут повреждены компьютеры и хранящиеся в этом же помещении резервные копии.

2.64. И, в заключение, еще один аспект безопасности систем, связанный с несанкционированным доступом к файлам, создаваемым учреждением, проводящим перепись. Сами по себе карты, как правило, не являются секретными. Однако микроданные переписи — это обычно субъекты частного права, которое защищает от разглашения информацию о частных лицах или домохозяйствах. Связь с Интернетом в учреждении, проводящем перепись, облегчает обмен данными и доступ к внешней информации, однако сбои в системе могут также открыть доступ посторонним лицам к внутренним файлам системы. Следовательно, структура сетевой системы должна предусматривать защиту внутренней вычислительной среды, например с помощью бранд-

мауэров, и разрешать доступ извне только к той части системы, где хранятся карты и таблицы данных, предназначенные для широкого распространения.

vii. Программное обеспечение

2.65. Расширение областей применения приложений в ГИС привело также к быстрому появлению нового программного обеспечения для ГИС и настольного картирования. В этой области господствуют небольшое число лидеров рынка и многочисленные компании, предлагающие программные дополнения и узкоспециализированное программное обеспечение. Пакеты программ можно, в общем, разделить на мощные профессиональные системы и недорогие системы с меньшим количеством функций. К профессиональным системам относится программное обеспечение с его сотней функций как с векторными, так и с растровыми данными, интеграцией данных дистанционного зондирования, поддержкой проведения обследований и другими специализированными приложениями практически с неограниченными возможностями по индивидуальной настройке. Такие программы предполагают достаточно высокий уровень подготовки пользователя, так как в них зачастую используются неинтуитивные интерфейсы. До недавнего времени такие пакеты работали только на мощных рабочих станциях в среде операционной системы UNIX. В настоящее время большая их часть переведена в среду Windows NT и также сможет работать с будущим Windows 2000.

2.66. Недорогие менее мощные системы включают так называемые пакеты настольного картирования, которые ориентированы в основном на тематическое картирование, просты в использовании и часто продаются в комплекте с предварительными наборами данных. Некоторые пакеты настольного картирования могут быть настроены с помощью программных дополнений, написанных на специальном макроязыке программирования или на языке Visual Basic. Коммерческие пакеты ГИС и настольного картирования достигли такой степени функциональности и адаптируемости, что отпала необходимость в дополнительной разработке программ картирования своими силами, что еще недавно было необходимо практически для всех крупных проектов картирования.

2.67. Картирование переписи прежде всего требует преобразования данных и разработки базы данных. Это базовые функции, для которых не нужны мощные профессиональные пакеты ГИС. Масса требований программы картирования переписи таким образом может быть выполнена с помощью относительно недорогого программного обеспечения ввода данных (оцифровки и редактирования) и вывода карт. Однако для более современных приложений, таких, как пространственный

анализ или построения со сложной топологией, полезно иметь одну или несколько лицензий на профессиональный пакет ГИС. Выбирая программное обеспечение для крупномасштабного картографического проекта, следует четко определить круг задач, подлежащих решению, и число операторов, которые будут заняты на каждом этапе проекта.

2.68. Прежде чем выбирать программное обеспечение, нужно ответить на следующие вопросы:

- Выполняет ли данный программный пакет все функции, необходимые для проекта картирования переписи?
- Обрабатывает ли программное обеспечение все типы данных, которые будут использоваться в проекте переписи (векторная ГИС, растровая ГИС, данные аэрофотосъемки, снимки, полученные со спутников, и текстовые данные)?
- Обеспечивает ли программный пакет интерфейс с программным обеспечением управления базами данных, используемым в учреждении, проводящем перепись?
- Требуется ли дорогостоящая настройка?
- Поддерживает ли программное обеспечение технические средства, уже имеющиеся в учреждении?
- Возможен ли импорт/экспорт данных для других пакетов, используемых в учреждении или в смежных организациях?
- Поддерживаются ли существующие стандарты, используемые в других учреждениях, участвующих в картировании в данной стране?
- Осуществляет ли поставщик соответствующее сопровождение и поддержку клиента? Имеется ли компетентный местный представитель?
- Предоставляет ли поставщик хорошие условия лицензирования, которые позволят учреждению эксплуатировать программное обеспечение на нескольких машинах одновременно?
- Имеются ли учебные материалы и проводит ли поставщик семинары по подготовке на месте?
- Поддается ли программное обеспечение быстрой адаптации или расширению в случае изменения требований в ходе выполнения проекта или на более поздних стадиях? Можно ли будет перейти позднее на более мощную систему с минимальными затратами на преобразование данных и адаптацию определенных пользователем функций и интерфейсов?

2.69. Рынок программного обеспечения ГИС меняется быстро, и трудно предвидеть новые разработки даже на несколько ближайших лет. Но рост рынка также означает и появление большего числа источников

информации о тенденциях в области программного и аппаратного оборудования.

2.70. Одной из современных тенденций в сфере программного обеспечения ГИС является введение географического типа данных в системы управления реляционными базами данных обобщенного типа (СУРБД). Большинство программных пакетов ГИС используют сегодня системные специальные форматы географических данных, сохраняя при этом информацию об атрибутах в общем формате программы управления базами данных. Альтернативным является сохранение геометрических описаний пространственных объектов, таких, как счетный участок или дорога, в качестве специального типа данных (широкие поля, абстрактные типы данных или крупные бинарные объекты) в машине базы данных. Эта технология, предлагаемая поставщиками СУРБД в сотрудничестве с производящими программное обеспечение ГИС фирмами, имеет широкие возможности для хранения больших баз географических данных и для присоединения пространственного компонента к существующим базам табулированных данных переписи.

viii. Важность оценки долгосрочной перспективы

2.71. Такое же важное значение, как обеспечение максимальной степени совместимости с предыдущими переписями, имеет анализ будущих работ по переписи в ходе планирования обследования. Это особенно важно в тех случаях, когда в учреждениях, проводящих перепись, отсутствует постоянное отделение картографии, поскольку при этом необходимо уделять большое внимание документации, метаданным и архивированию. Новый персонал, нанятый для проведения следующей переписи, должен иметь возможность ознакомиться с тем, что было сделано в ходе предыдущих работ, чтобы в полной мере использовать опыт работы с существующими цифровыми картографическими материалами.

2.72. Аналогично при выборе аппаратного и программного оборудования проводящее перепись учреждение должно попытаться сохранить все системы по возможности открытыми. Часто учреждение может попасть в плен определенной технологии, которая, возможно, устареет к следующей переписи. Последующий переход на новую платформу в этом случае потребует больших затрат. Безусловно, трудно предвидеть, какие изменения произойдут в ближайшие 10 или более лет в динамичной области компьютерной техники. Тем не менее существует ряд общих правил, которые могут помочь в обеспечении преемственности в области картирования переписи:

- Сегодняшние лидеры рынка, вероятнее всего, останутся ими и в будущем, в отличие от начинающих и небольших компаний. Эти фирмы в большей сте-

пени заинтересованы в обеспечении обратной совместимости в отношении форматов данных так, чтобы предоставить пользователю возможность достаточно простого перехода на создаваемые ими новые системы.

- Проводящее перепись учреждение должно в максимальной степени использовать те форматы данных, которые можно импортировать в большинство систем. Если используется собственный формат данных, имеет смысл экспортировать все данные в общий широко используемый формат в конце переписи.
- Не рекомендуется создавать свое собственное программное обеспечение. В прошлом многие проводящие перепись учреждения часто разрабатывали свои собственные системы картирования переписи, поскольку подходящее программное обеспечение было недоступным из-за высокой стоимости. Отсутствие недорогого и простого в использовании программного обеспечения особенно ограничивало широкое распространение данных переписи. Однако при эксплуатации в течение длительного времени сопровождение собственных систем становится все более дорогим, и проводящему перепись учреждению, как правило, не хватает ресурсов для того, чтобы следовать за быстро меняющейся обстановкой в области вычислительной техники. Частные компании сегодня предлагают широкий спектр программных пакетов картирования по доступной цене. Некоторые пакеты картирования, подходящие для распространения данных переписи, предлагаются даже бесплатно.

d) Децентрализация мероприятий по картированию переписи

2.73. В относительно небольшой по размерам стране картирование переписи может быть выполнено силами централизованного отдела картографии национального учреждения, проводящего перепись. Напротив, в большой стране имеет смысл децентрализовать выполнение мероприятий по картированию. Базовая структура децентрализованного картирования должна быть основана на системе национальных и региональных отделений переписи, которые создаются для проведения подсчета и для выполнения других задач сбора статистической информации.

2.74. Децентрализация мероприятий картирования имеет ряд преимуществ. Местный персонал лучше знает географию, административную структуру и те изменения, которые произошли в их районе. Местному отделению проще поддерживать постоянное рабочее сотрудничество с местными органами власти. Работа на местах не требует больших затрат, поскольку переезд персонала осуществляется на меньшие расстояния. В тех случаях,

когда для решения проблем в ходе подготовки карт требуется возвращение на место сбора данных, можно сэкономить ресурсы, если картографическую работу выполняет местный персонал на местной основе. Наконец, еще одно преимущество заключается в том, что повышается опыт местных сотрудников в области новых технологий, что в целом важно для региона, даже если картографический персонал после проведения переписи будет занимать иные рабочие места.

2.75. Децентрализация мероприятий по картированию имеет и ряд недостатков. Должна осуществляться координация подготовки и управления мероприятиями по картированию переписи по нескольким, возможно, расположенным далеко друг от друга участкам. Хотя можно провести подготовку основного персонала централизованно до начала переписи, функции управления должны осуществляться на протяжении всей переписи в каждом региональном отделении. Децентрализованный подход также требует четкого распределения соответствующих задач между региональными и центральными отделениями. Необходимо вести четкий мониторинг потока поступающих материалов и продуктов, с тем чтобы обеспечить согласованность в рамках всей страны. И наконец, инфраструктура цифрового картирования должна быть воспроизведена в нескольких точках страны. Это не представляет серьезной проблемы в случае использования относительно недорогого оборудования, такого, как компьютеры и дигитайзеры. Однако некоторые функции будут выполняться централизованно, поскольку для них требуется специализированное дорогое оборудование или высококвалифицированный персонал. Это, например, выполнение сканирования карт на дорогостоящих сканерах большого объема или интерпретация данных дистанционного зондирования или данных аэрофотосъемки.

Таблица II.1. Возможное распределение задач между центральным и региональными отделениями картирования переписи

<i>Центральное географическое отделение</i>	<i>Региональное или местное отделение</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Общая координация и подготовка, включая межучрежденческое сотрудничество • Специальные функции (например, сканирование большого объема, дистанционное зондирование) • Общая интеграция данных • Обеспечение качества • Производство карт счетных участков 	<ul style="list-style-type: none"> • Работа на местах • Создание базовых цифровых данных (оцифровка, редактирование) • Связь с местными органами власти • Специфические задачи контроля качества • Производство карт счетных участков

е) График выполнения картирования переписи

2.76. Важнейшей частью процесса планирования в проекте цифрового картирования является детальное определение каждой задачи и времени, требуемого для выполнения каждого компонента проекта. Необходимые задачи и время выполнения картирования практически не отличаются в случаях цифрового и ручного производства карт. Поэтому прекрасной точкой отсчета в планировании проекта цифрового картирования являются детальное описание и примерный график выполнения работ, предложенные в BUCEN (1978). Как и для ручной работы, время, требуемое для цифрового картирования, зависит от многих условий и выбора альтернатив. К факторам, от которых зависит время выполнения цифрового картирования переписи, относятся следующие:

- Размеры и численность населения, а также доступность различных районов страны.
- Необходимый объем работы на местах.
- Ресурсы, имеющиеся для найма и подготовки персонала, приобретения оборудования и услуг внешних организаций.
- Типы имеющихся базовых материалов, таких, как наборы топографических карт, охват страны спутниковой съемкой, высококачественные эскизные карты, оставшиеся после предыдущей переписи, и т. д.
- Возможность получить цифровую базу данных от смежных организаций в формате, который можно легко адаптировать к требованиям учреждения, проводящего перепись.
- Выбранные средства преобразования данных и имеющиеся типы базовых карт (например, можно существенно сэкономить время, если выполнить сканирование с цветным разделением топографических базовых карт, а не сами полноцветные карты).

2.77. В настоящем *Руководстве* не предлагается рекомендаций по времени, требуемому для выполнения каждого шага, поскольку в разных странах существуют весьма неодинаковые условия. В таблице II.2 приводится перечень необходимых задач. Этот перечень составлен по материалам BUCEN (1978) для отражения требований стратегии цифрового картирования. Оригинальная таблица называет перечень задач и продолжительность выполнения каждой из них.

2.78. Выполнение некоторых из перечисленных задач потребует значительно меньше времени, если будет выбран цифровой метод картирования. Например, для печати карты нового или нестандартного участка страны не возникнет необходимости повторного вычерчивания или ручной склейки твердых копий листов карт, если уже создана база цифровых данных. С другой сто-

роны, вряд ли можно сэкономить время в начале создания базы данных для карт переписи, поскольку преобразование карты из бумажной в цифровую форму — очень длительный процесс. Таким образом, экономию времени можно будет ощутить только на более поздних стадиях переписи и при обработке ее результатов. Следовательно, мероприятия по цифровому картированию переписи предполагают больший, по сравнению с традиционными методами, объем начальных работ. Это значит, что большая нагрузка придется на ранние этапы создания базы данных, а заключительные этапы, например производство выходных продуктов и повторные циклы, потребуют меньших усилий.

2.79. Следующим вопросом, который необходимо рассмотреть при составлении графика выполнения задач картирования переписи, является исключение риска. Учитывая зависимость каждого шага от результатов выполнения предыдущего, для любой задачи, играющей в процессе картирования ключевую роль, необходимо составить планы, учитывающие возникновение непредвиденных обстоятельств. Персонал, занимающийся планированием, должен проанализировать всю цепочку возможных «что, если?», с тем чтобы определить запасные варианты на случай невозможности выполнения в срок основных мероприятий.

Таблица II.2. Перечень задач проекта цифрового картирования переписи

Планирование, организация, обучение

1. Определение масштаба программы картирования.
2. Определение потребностей и спецификации картирования.
3. Определение статистических участков.
4. Подготовка схемы геокодирования.
5. Подготовка подробного графика выполнения мероприятий.
6. Разработка процедур управления.
7. Оценка потребностей в персонале, обучении, аппаратном и программном обеспечении.
8. Подготовка бюджета.
9. Набор и обучение дополнительного персонала.
10. Заказ расходных материалов, оборудования и программного обеспечения.
11. Установка и тестирование всего нового оборудования.
12. Подготовка инструкций и учебных материалов по использованию карт в процессе регистрации.
13. Обучение полевого персонала использованию карт в процессе регистрации.

14. Получение и хранение карт переписи по возвращении после проведения переписи и обследования после проведения регистрации (ОПР).

Подготовка базовых карт

15. Перечень и кодирование участков, для которых необходима карта.
16. Составление и ведение описи имеющихся исходных материалов.
17. Подготовка приоритетного перечня участков для составления карт.
18. Подготовка и проверка пакетов составления карт.
19. Цифровое преобразование данных (оцифровка, сканирование, редактирование, интегрирование карт участков, составленных в ГИС).
20. Анализ и проверка цифровых базовых карт — печать крупноформатных карт для контроля качества.

Подготовка карт счетных участков

21. Разделение на участки и кодирование счетных участков (СУ) и участков руководителей групп (УРГ) для переписи по цифровым базовым картам.
22. Анализ и проверка разделения на участки и кодирования.
23. Печать карт СУ, УРГ и карт местных отделений для регистрации.
24. Анализ и проверка карт счетных участков.
25. Определение выборок для ОПР.
26. Печать карт ОПР.
27. Подготовка карт ОПР для регистрации.

Работа на местах

28. Консультации с местными органами и другими учреждениями по вопросам мест, которые должны быть включены в список участков.
29. Сбор исходных материалов — имеющиеся цифровые карты, бумажные карты, снимки со спутников, эскизы.
30. Обновление картографической информации (границы, наименования, места расположения объектов и т. д.).
31. Быстрый подсчет единиц жилого фонда для распределения СУ.
32. Деление участков выборочного ОПР на сектора и быстрый подсчет для формирования выборок.

Распределение карт счетных участков

33. Распределение карт для регистрации в ходе переписи.
34. Распределение карт для секторизации ОПР и быстрый подсчет.
35. Распределение карт для регистрации в ходе ОПР.

Подготовка к публикации карт и схем

36. Составление карт и схем с использованием программного обеспечения настольного картирования и издания.

37. Анализ и проверка карт и схем переписи.
38. Печать и публикация карт и схем переписи на твердом носителе, на CD-ROM или во Всемирной компьютерной сети.
39. Составление и выполнение плана распространения баз географических данных переписи.

Источник: по материалам ВUCEN (1978), приложения 2–4.

f) Управление процессом

2.80. График мероприятий позволит руководителям проекта контролировать ход работ и определять, будут ли результаты получены к определенным указанным в нем срокам. Необходимо строго придерживаться графика, поскольку каждый этап картирования переписи и регистрации сильно зависит от результатов, полученных в ходе предыдущих этапов.

2.81. Для того чтобы иметь возможность в любой момент времени определить состояние каждой задачи процесса картирования, необходимо создать систему управления процессом. Управление процессом включает отслеживание местоположения и состояния наборов данных, материалов и продуктов. Это обеспечит своевременное выполнение задач и позволит руководителям проекта принимать меры в случае задержек, появления узких мест или необходимости внесения коррективов в процесс. Если в выполнении какого-либо шага намечаются задержки, следует приложить дополнительные усилия, поскольку последующие шаги процесса картирования зависят от результатов, полученных в ходе предыдущих шагов. Другие задачи по подготовке переписи, в свою очередь, зависят от работы картографического отделения, и, следовательно, график выполнения должен координироваться группой, осуществляющей общее планирование переписи.

2.82. Картирование может также использоваться для мониторинга. Например, еженедельные или ежемесячные отчеты о завершении выполнения задач могут содержать обзорные карты для каждого важного шага (работы на местах, автоматизация составления карты, разбивка на СУ и т. д.), в которых рабочие области выделяются цветом, соответствующим их состоянию. Возможно также выделение цветом в зависимости от процента завершения поставленных задач. Этот пример иллюстрирует использование ГИС в качестве инструмента управления.

2.83. Управление процессом выполняет также важную функцию документирования. В случае возникновения проблем по одному из продуктов цифрового картирования формуляры управления процессом (по возмож-

ности в цифровой форме) обеспечивают «бумажную проверку», которая позволяет персоналу, выполняющему перепись, проанализировать и исправить положение.

2.84. В целом управление процессом будет базироваться на формулярах, сопровождающих создание каждого выходного продукта, от первого до последнего шага преобразования данных и производства карт. В BUCEN (1978) цели, составление и использование формуляров управления процессом описываются довольно подробно. Формуляры управления процессом отслеживают все этапы обработки, через которые прошли материалы и продукты, кому они были направлены, кто выполнял какую задачу, начало выполнения и завершение задачи, источники данных, а также содержат другую важную информацию.

2.85. В компьютеризированной среде управление процессом также может быть автоматизировано. Существует коммерческое программное обеспечение управления проектом, которое может быть адаптировано для задач проекта картирования переписи. Основными преимуществами при этом являются высокая степень согласованности, строгий контроль, безопасность данных и простота, с которой информация может быть извлечена и суммирована в любое время. Существует несколько возможностей обеспечения автоматизированного управления процессом:

- Центральная база данных, содержащая все формуляры в качестве интерфейсов ввода данных. Это может быть выполнено в виде самостоятельного приложения в стандартной системе управления базами данных или организовано на защищенном паролем web-сайте Интернета или Интранета, с тем чтобы доступ к этим материалам получили и внешние отделения.
- Отдельные файлы, которые хранятся вместе с цифровыми продуктами и становятся частью линейаризированной информации, сохраняемой с цифровыми картами в описании метаданных (см. раздел *d*, ниже).
- Смешанная система, в которой некоторые материалы управления находятся в бумажной форме, а основная база данных является цифровой. Недостатком полностью цифровой системы является то, что она может отделять продукты на твердом носителе, также как бумажные топографические карты, печатные данные аэрофотосъемки или печатные карты, которые были отправлены местным администраторам для проверки, от документации управления процессом. Хотя экономия бумаги является важным фактором, смешанный подход, при котором часть бумажных формуляров сопровождается физическими материалами, может оказаться предпочтительным. Информация из бумажных формуляров

может регулярно вводиться в центральную систему для обеспечения интеграции с остальной информацией управления процессом.

4. *Определение географии национальной переписи*

a) Административная иерархия

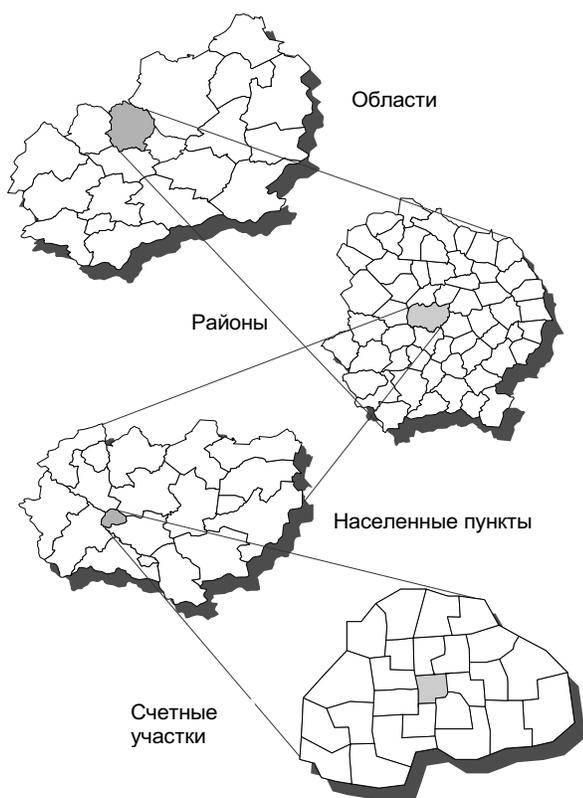
2.86. Одно из первых решений, принимаемых при планировании переписи, относится к административным единицам, для которых будет составляться информация переписи. Подготовка к проведению переписи включает создание перечня всех административных и статистических отчетных единиц по всей стране и определение взаимосвязей между всеми типами границ административных и отчетных единиц. В каждой стране существует своя определенная административная иерархия, то есть система, по которой страна и каждая группа административных единиц более низкого (но не самого низкого) уровня подразделяются для образования следующего, более низкого уровня. Например, для целей переписи страна может быть разделена на семь иерархических уровней в городских зонах и на шесть уровней в сельской местности:



2.87. Только часть из них может иметь реальное административное значение, например уровни области, района и населенного пункта могут иметь столицы (центры), имеющие местные органы управления, ответственные за свои регионы. На рисунке II.6 представлена структура системы административных единиц и счетных участков для простого примера, имеющего всего четыре иерархических уровня. В некоторых случаях, однако, административные единицы могут быть

не полностью группированными. Рассматривая и административные единицы, и другие статистические отчетные участки, проводящее перепись учреждение может столкнуться с весьма сложной системой географических регионов.

2.88. Не все уровни имеют одинаковое значение. Например, многие страны разбивают территорию на основные регионы, которые, как правило, определены географически, например *север–юг–юго-запад–восток* или *горы–равнины–береговая зона*. Эти регионы зачастую не несут административных функций, но могут быть использованы для составления статистической информации.



b) Взаимосвязь между административными единицами, статистическими отчетными участками и единицами управления

2.89. В дополнение к административным единицам во многих странах существует ряд других групп территориальных единиц, которые используются для разных целей и для которых должна быть составлена информация переписи. Например:

- округа системы здравоохранения;
- области рынка труда;
- избирательные округа;
- почтовые округа;

- культурные или национальные районы;
- городские агломераты или столичные области;
- сельскохозяйственные или экономические счетные участки;
- участки с правом земельного владения или кадастровые участки;
- зоны коммунальных служб (районы водо- или электроснабжения).

2.90. Многие из этих областей не попадают точно в административную иерархию страны. При определении счетных участков учреждение, выполняющее картирование, должно учесть максимально большое число таких отчетных единиц, с тем чтобы облегчить табулирование данных переписи по этим регионам. В ходе анализа требований пользователей, проводимого на этапах планирования переписи, должны быть разработаны основные принципы, обеспечивающие необходимый учет неадминистративных единиц. В общем, при создании счетных участков учреждение, проводящее картирование, должно разделить все группы областей на те, где совместимость обязательна, желательна или маловероятна, и рассматривать их соответствующим образом.

2.91. Для некоторых отчетных зон или зон управления страны цифровые данные по границам уже могут быть созданы соответствующими учреждениями. Например, ряд стран, начавших программы проведения земельной реформы, используют ГИС для управления базами данных земельного владения (кадастровая информация), многие национальные почтовые учреждения используют базы данных ГИС по почтовым индексам для облегчения доставки корреспонденции. Если базы данных таких участков уже существуют, они могут стать основой для разработки баз географических данных переписи. Там, где возможно обеспечить высокую степень совместимости, дополнительное преимущество состоит в том, что статистическая информация для других зон, например потребности в водоснабжении или результаты голосования, может быть значительно проще совмещена с демографическими и социальными статистическими данными.

2.92. В рамках статистического подразделения другие операции переписи также требуют определения участков сбора данных. Наиболее важно то, что во многих странах регулярно проводятся сельскохозяйственная и экономическая переписи. Для многих аналитических вопросов полезен совместный анализ данных переписи населения и данных сельскохозяйственного и экономического характера. Высокий уровень согласованности между географическими единицами, используемыми для сбора этих типов данных, существенно расширит их использование в государственных и негосударственных мероприятиях.

с) Разделение на счетные участки

2.93. Разделение на счетные участки подробно обсуждается в руководстве BUCEN по выполнению картирования переписи (BUCEN, 1978, в частности главы 2 и 7). Концепция и основные принципы определения счетных участков одинаковы и для ручного, и для цифрового картирования. Поэтому ниже кратко описаны только основные моменты.

2.94. При проектировании счетных участков следует принимать во внимание следующие критерии:

- Участки должны быть взаимоисключаемыми (без перекрытия) и исчерпывающими (охватывать всю территорию страны).
- Должны иметь границы, легко определяемые на местности.
- Должны отвечать требованиям правительственных учреждений и других пользователей данных.
- Должны согласовываться с административной иерархией.
- Должны быть применимы и для других типов переписи и сбора данных.
- Должны быть компактными, без белых пятен и не быть раздробленными.
- Должны иметь примерно равную численность населения.
- Должны быть достаточно небольшими и доступными, с тем чтобы один счетчик мог обработать каждый участок за время переписи.
- Должны быть достаточно небольшими и приспособленными для максимально широких возможностей табулирования по различным статистическим отчетным единицам.
- Должны быть достаточно большими для обеспечения конфиденциальности данных.

2.95. Одни из этих условий облегчают сбор данных переписи, другие оказывают помощь счетным участкам (СУ) в производстве выходных продуктов, то есть обеспечивают взаимосвязь между участками сбора и табулирования данных. Следует помнить, что целью переписи является сбор данных, полезных для руководителей, органов, определяющих политику, и других пользователей данных переписи. Поэтому максимальная гибкость и способность производить наилучшие выходные продукты важнее, чем удобство регистрации в ходе переписи.

2.96. Размеры счетных участков могут быть определены двумя методами: по площади и по численности населения. Для картирования переписи численность населения является более важным критерием, однако площадь участка и доступность отдельных его частей

также должны приниматься в расчет, чтобы гарантировать возможность обслуживания каждого СУ одним счетчиком в отведенное для переписи время. Значение численности населения в пределах СУ в каждой стране определяется по результатам предварительного обследования. Среднее значение численности может также быть разным для городской и сельской местности, так как подсчет в городах и городских пунктах может быть выполнен быстрее, чем в сельской местности. В некоторых случаях могут быть определены счетные участки, которые больше или меньше среднего. Для большинства практических задач численность населения счетного участка должна находиться в пределах от нескольких сотен до полутысячи человек.

2.97. Перед определением границ СУ необходимо оценить число лиц, проживающих на этом участке, и их географическое распределение. Если отсутствуют данные предыдущих обследований, система регистрации или иной источник информации, это число следует оценить, подсчитав количество единиц жилого фонда, определив соответствующее количество домохозяйств и умножив его на средний размер домохозяйства. Количество единиц жилого фонда можно определить в процессе картографических работ на местах или в некоторых случаях по данным аэрофотосъемки, как это описывается в одном из следующих разделов.

2.98. Границы счетных участков должны четко идентифицироваться на местности. Все счетчики, даже не имеющие достаточной географической подготовки, должны уметь найти границы участка, который им поручен. Следовательно, численность населения разных счетных участков может оказаться различной из-за простоты определения их границ. Для этого могут использоваться естественные объекты, такие, как автомобильные и железные дороги, ручьи и реки, озера, ограды и любые другие объекты, которые определяют конкретные границы. Менее подходят для этих целей объекты, не имеющие четких очертаний, такие, как кустарники, леса или границы возвышенностей, например, горные гряды. Иногда неизбежно приходится пользоваться границами участков, которые четко не видны на местности. В этом случае требуются более подробное словесное описание и соответствующие пояснения на картах СУ. Примерами служат сдвиг или продолжение линий. Например, граница СУ может проходить на заданном расстоянии параллельно определенной дороге. Кроме того, часть границы СУ может быть установлена как продолжение ясно видимой дороги до другого ясно определенного объекта, например реки или железной дороги.

2.99. Во многих странах уделяется внимание специальным вопросам, касающимся разделения на СУ. Например, хотя деревни могут быть приписаны к определенным административным единицам, реальные границы

деревень могут быть не определены. Кроме того, некоторая часть населения, например временные жители, кочевники или военнослужащие, должна быть отнесена к определенной географической единице. Например, экипажи судов часто относятся к портам их приписки. Эти вопросы подробно рассматриваются в пересмотренном издании *Принципов и рекомендаций в отношении переписей населения и жилого фонда* (Издание Организации Объединенных Наций, 1998 год).

d) Разделение на инспекторские участки
(участки руководителя группы)

2.100. После разделения на СУ карты инспекторских участков создаются, как правило, без проблем. Инспекторские участки обычно составляют группы из 8–12 смежных СУ, которые, как счетные участки, имеют одинаковые характеристики. Приписанные к одному инспекторскому участку СУ должны быть компактными для минимизации времени перемещения и иметь примерно одинаковый размер. Они должны относиться к одному местному отделению, которое обычно определяется в соответствии с административными единицами.

2.101. В зависимости от размеров страны могут быть организованы дополнительные уровни управления проведением переписи, которые часто совпадают со статистическими отделениями уровня области или региона.

e) Согласованность с предыдущими переписями

2.102. Перепись дает временный срез населения страны по численности и другим признакам. Одним из важнейших назначений переписи является анализ изменений в составе населения с течением времени. Такой анализ изменений часто проводится на довольно обобщенных уровнях, например на национальном или на уровне областей. Однако изменения в отдельных участках также важны, поскольку динамика в малых районах влияет на решения, принимаемые на уровне местного планирования. Анализ изменений на местном уровне существенно облегчается, если счетные участки остаются постоянными в течение нескольких переписей. Несмотря на то что существуют статистические и иные технические методы, которые позволяют сопоставлять информацию для несовпадающих участков, такие несоответствия вносят ошибки в любой последующий анализ. Кроме того, большинство пользователей данных переписи не имеют достаточного опыта и инструментов для проведения таких интерполяций. Проблема изменения географической базы от переписи к переписи имеет не менее серьезное значение, чем изменения в формулировках пунктов вопросника.

2.103. Разрабатывая географию переписи, организация, проводящая перепись, должна, следовательно, попытаться в максимально возможной степени сохранить границы, определенные для предыдущей переписи. В результате увеличения численности населения могут появляться новые счетные участки. В таких случаях предпочтительнее разделить существующий счетный участок на несколько участков, чем изменять его границы. Специалист-аналитик просто выполнит суммирование по разделенному участку, с тем чтобы сделать данные новой переписи совместимыми с информацией предыдущей переписи. Если меняются границы, для согласования информации потребуются значительно более сложные методы.

2.104. Одним из компонентов разделения на СУ, который может упростить проведение анализа изменений, является формирование файла совместимости или эквивалентности. Полученный файл содержит список кодов участков в текущей переписи и соответствующих кодов в предыдущей переписи. Если участки были разделены или объединены, это отражается в указанных файлах.

f) Схема кодирования

2.105. Каждому счетному участку должен быть присвоен свой уникальный код. Этот код используется при обработке данных переписи по домохозяйствам в каждом СУ и для агрегирования этой информации по административным и статистическим областям для публикации. Числовой код также обеспечивает связь между агрегированными данными переписи и цифровой базой данных по границам СУ, хранящейся в ГИС. Географическое кодирование обсуждается в BUCEN (1978) (главы 2, 6 и 7). В идеальном случае схема кодирования должна определяться от страны к стране. Правила, используемые для присвоения кодов, должны быть четкими и разрабатываться в сотрудничестве с географическим персоналом и специалистами по обработке данных. Важнейшими принципами при разработке схемы кодирования являются гибкость, интуитивная очевидность и совместимость с другими схемами кодирования, используемыми в стране. Статистическое учреждение часто является хранителем схем кодирования в стране и должно также стать и центральным звеном при определении кодов картирования переписи.

2.106. Использование системы иерархического кодирования в значительной степени будет способствовать согласованности и ясности числовых идентификаторов. При таком подходе географические единицы нумеруются на каждом уровне административной иерархии, при этом между номерами обычно оставляются пробелы, с тем чтобы в будущем можно было вставить номера

вновь образуемых на этом уровне единиц. Например, на уровне области единицы могут получать номера 5, 10, 15 и т. д. Аналогичная схема может использоваться для единиц более низкого административного уровня и для счетных участков. Поскольку, как правило, в области больше районов, чем областей в стране, для единиц более низкого уровня может потребоваться большее количество цифр. Уникальный идентификатор каждой единицы самого низкого уровня, то есть счетного участка, таким образом состоит из последовательности идентификаторов административных единиц, в которые входит этот участок.

2.107. Например, в небольшой стране может использоваться следующая схема кодирования:

Область	2 цифры
Район	3 цифры
Населенный пункт	4 цифры
СУ	4 цифры

2.108. Код СУ 12 035 0175 0023 означает, что этот участок переписи имеет номер 23, расположен в области 12, в районе 35 и в населенном пункте 175. Уникальный код сохраняется в базе данных как длинное целое число или как 13-символьная строковая переменная. Тип переменных должен быть одинаковым как в базе данных переписи, так и в географической базе данных. Хранение в форме целой переменной имеет то преимущество, что с помощью стандартных команд запроса в любой системе управления базами данных или в любом пакете ГИС легко может быть выбрано множество записей. Например, по следующему запросу в базе данных или на цифровой карте будут найдены все участки переписи, расположенные в населенном пункте 175:

```
SELECT ID > 1203501750000 AND
      ID < 1203501760000
```

2.109. Хранение кода в виде символьной переменной, с другой стороны, может повысить согласованность, например при использовании инспекторских участков. В этом случае код рассматривается как наименование, а не как последовательный номер.

2.110. В случае если деление на административные и отчетные участки не является иерархическим, должны быть разработаны специальные соглашения о кодировании. В любом случае важно сохранять полную согласованность при определении и при использовании идентификаторов административных участков, поскольку они обеспечивают связь между границами ГИС и табулированными данными переписи. Учреждение, проводящее перепись, должно, таким образом, вести главный список СУ и административных единиц и со-

ответствующих им кодов и вносить любые изменения, сделанные в главном списке, в базы данных ГИС и переписи.

5. *Проектирование базы данных географической информационной системы*

а) Масштаб мероприятий по картированию

2.111. Если учреждение, проводящее перепись, приняло решение о том, что преимущества программы цифрового картирования перевешивают затраты на нее, следующим шагом является определение масштаба мероприятий по картированию. Очевидно, что нет единого подхода, который был бы приемлем для всех стран. В зависимости от имеющихся времени и ресурсов страна может приступить к выполнению комплексной программы картирования, в результате которой будет получена полная база данных границ счетных участков, или же целью такой программы станет создание цифровых карт более крупных участков, таких, как районы, только для целей картирования после переписи. Ниже описываются возможные варианты.

і. *Программа полного картирования переписи (полная база данных счетных участков)*

2.112. Наиболее масштабной стратегией картирования переписи является создание полной цифровой базы данных счетных участков. Результирующая база данных будет иметь соответствующее географическое соотношение, позволяющее собирать, комбинировать с другими уровнями цифровых карт и распространять для пользователей, которым это необходимо, подробные пространственно соотнесенные данные о населении. Существует несколько вариантов создания такой базы данных. Цифровые границы могут быть взяты из имеющихся на твердой копии эскизных карт, если они были сделаны для предыдущей переписи. Способы преобразования информации, содержащейся на бумажных картах, в цифровые данные границ обсуждаются в разделе D, ниже. Альтернативным подходом является создание новых границ переписи по топографическим картам, что упрощает задачу привязки согласованных географических координат или определение координат, которые задают СУ, в ходе работ на местах с использованием глобальной системы определения местоположения.

2.113. Независимо от выбранного подхода разработка полной базы данных счетных участков является сложной задачей. В большинстве стран для ее выполнения может потребоваться несколько лет работы многочисленного персонала с использованием мощных компьютерных ресурсов. Тем не менее это должно быть долгосрочной целью любого проекта переписи.

Рамка II.2. Опыт Мексики по картированию переписи

2.114. Для того чтобы получить представление о том, какой объем работ потребуется выполнить в ходе комплексного проекта по картированию переписи, полезно изучить опыт Мексиканского национального института по статистике, географии и информатике (INEGI) по проведению цифровых картографических работ для переписи населения в 1990 году^а. В 1987 году INEGI принял решение составить цифровые карты 32 штатов, 2403 муниципальных округов, 24 131 AGEV (статистические единицы, содержащие от 25 до 50 блоков) и 905 576 блоков переписи. В результате была создана база данных, называемая Автоматизированной информационной геостатистической системой (SAIG).

2.115. Источниками данных по границам стало большое количество стандартных картографических продуктов (городские линейные карты и топографические карты), цифровые ортофотоснимки, а также результаты масштабных работ на местах, выполненных персоналом различных региональных отделений проводящего перепись учреждения.

2.116. Вначале INEGI использовал стандартное программное обеспечение: AUTOCAD — система автоматизированного проектирования (САПР), которая поддерживает оцифровку и базовое редактирование, и Arc/Info — универсальный пакет ГИС. Позднее INEGI разработал собственное программное обеспечение, которое также использовалось для распространения (SCINE — система анализа данных переписи). Система была адаптирована для поддержки сельскохозяйственной и экономической переписей, и с ее помощью были созданы специальные продукты, такие, как карты преступности и базы данных по нетрудоспособности. INEGI также оказывал консультативные услуги по разработке базы данных ГИС переписи в нескольких латиноамериканских странах.

2.117. Успеху мексиканского проекта картирования переписи способствовал ряд следующих факторов. На INEGI в отношении проекта были возложены твердые институциональные обязательства. В рамках этого крупного и хорошо финансируемого статистического учреждения на ранних этапах было принято решение об использовании новых развивающихся технологий в области картирования не только для картирования переписи, но и для других картографических приложений. Тесная институциональная связь между статистическими и картографическими отделениями, входящими в одно учреждение, пошла на пользу обоим отделениям: отделения переписи получили доступ к технологиям и консультациям учреждения картирования, которое, в свою очередь, интегрировало информацию социально-экономического характера в свои собственные продукты. Кроме того, INEGI придерживается долговременной стратегии картирования переписи, которая характеризуется наличием постоянной программы обновления и развития цифровой базы данных. После проведения огромного объема начальных работ по оцифровке тысяч многоугольников и интегрированию их с табулированными данными переписи постоянное сопровождение требует относительно небольших затрат и обеспечивает высокий уровень качества при проведении частых переписей и других статистических мероприятий. Наконец, наличие пространственно соотнесенных информационных продуктов переписи создало новые рынки для сбыта данных переписи среди частных компаний, общеобразовательных учреждений и в научно-исследовательской среде.

^а Данное резюме подготовлено по материалам Espejo (1996) и на основе индивидуальных контактов с сотрудниками INEGI.

ii. Справочная информация в векторном формате

2.118. Границы счетных участков сами по себе недостаточны для проведения регистрации. Карты счетчиков должны отображать дополнительные объекты базовой карты, что позволяет счетчикам находить свой район и ориентироваться в пределах счетного участка. Такими объектами могут быть уличная сеть, железнодорожные линии, гидрологические объекты, такие, как реки и озера, основные наземные ориентиры, такие, как культовые заведения, школы, заводы или аэропорты, поселки в мелком картографическом масштабе и отдельные здания в крупном масштабе, а также информация о земной поверхности. Некоторые из этих объектов определяют естественные границы счетных участков. Например, определение СУ как городских кварталов,

которые ограничены улицами, облегчает счетчику нахождение своего участка переписи.

2.119. Перечень объектов, которые должны быть оцифрованы для подготовки карт счетчиков, зависит от имеющихся ресурсов. Некоторая информация может быть получена в других государственных учреждениях или в частном секторе. В противном случае проводящее перепись учреждение должно внимательнейшим образом сопоставить преимущества наличия дополнительной информации в цифровой форме с затратами времени и людскими ресурсами, которые потребуются для создания дополнительного слоя географических данных.

2.120. На этапе концептуального проектирования базы данных необходимо решить вопрос о том, каким образом будут представлены объекты в базе данных. Напри-

мер, улицы могут быть оцифрованы как двойные линии или только как осевая линия. Дома могут быть представлены в виде многоугольников, которые отражают истинную форму постройки, или в виде стандартных символов.

2.121. Потребности в ресурсах также зависят от количества и сложности атрибутов, собираемых для географических объектов. Например, база данных сети улиц города может содержать просто набор линий без всяких дополнительных характеристик. Сохранение информации о названиях улиц, типе покрытия, количестве переулков, направлении движения (одностороннее или двустороннее) или диапазонах адресов для каждого уличного сегмента существенно увеличивает количество времени, необходимого для наполнения базы данных. Однако эти дополнительные вложения сделают набор данных более полезным для переписи и для многих других приложений. Сравнение возможных вариантов должно проводиться для каждого случая отдельно.

iii. *Справочная информация в сканированном растровом формате*

2.122. Альтернативой для требующей значительного времени разработки векторной базы данных опорных географических объектов являются сканирование и географическая привязка существующих топографических карт, на которые впоследствии могут быть вынесены границы СУ. Недостатком этого метода является сложность внесения изменений в базовую информацию, например нанесение новых дорог. Кроме того, отсутствует информация об атрибутах, зарегистрированная для базовых объектов, которая может быть использована для выбора или преобразования в символы отдельных объектов. С другой стороны, сканирование топографических карт выполняется значительно быстрее и требует меньших затрат по сравнению с оцифровкой, а картографические возможности топографических карт обеспечивают четкое отображение насыщенной географической информации, чего трудно достичь с помощью коммерческого программного обеспечения ГИС.

iv. *Регистрация только центроидов счетных участков*

2.123. Компьютерные технологии лишь относительно недавно позволили рядовым пользователям работать с большими, содержащими подробную информацию географическими базами данных по счетным участкам. До того как вычислительные мощности стали дешевыми и широко доступными, некоторые статистические учреждения пользовались упрощенным методом пространственного представления данных переписи. Вместо представления счетного участка в виде замкнутого многоугольника каждый СУ отображался в виде местоположения репрезентативной точки — как правило,

центроида. Примером этого являются взвешенные по численности населения репрезентативные точки счетных участков (наименьших зон, для которых выпускается информация) в ходе переписи 1991 года в Соединенном Королевстве (Openshaw, 1995). Местоположения точек определялись на глаз в процессе географического проектирования переписи в управлении переписей и обследований населения.

2.124. Преимуществом такого подхода является его простота, так как для представления каждого счетного участка используются координаты одной точки. Это уменьшает размеры файла и увеличивает скорость вывода на экран. Координаты могут быть определены по имеющимся картам или собраны в ходе работ на местах с использованием глобальной системы определения местоположения. Данные переписи могут быть привязаны к центроидам в базе данных ГИС и отображаться как символы, связанные с точками. Недостатком метода является бесполезность базы данных центроидов СУ для счетчиков во время проведения переписи. Таким образом, этот метод служит только в качестве дополнительного компонента традиционного подхода к использованию эскизных карт. Кроме того, координаты одной точки не дают достаточной информации о реальной протяженности каждого участка, особенно в сельских областях, где размеры счетных участков сильно отличаются друг от друга. В результате картографические изображения с использованием символов точек могут давать искаженное представление.

v. *Картирование только после проведения переписи*

2.125. При проведении серии переписей 1990 года лишь небольшое число стран использовали метод полного цифрового картирования переписи. Их количество, вероятно, возрастет в ходе серии переписей 2000 года, однако мы можем ожидать, что абсолютное большинство стран будут использовать средства ГИС с самого начала и до завершения процесса переписи только в следующих сериях переписей. Большое число стран применяли, тем не менее, цифровое картирование в мероприятиях после завершения переписи для представления результатов сбора данных и для распространения данных серии 1990 года. Для стран, которые не использовали ГИС в мероприятиях до переписи, картирование после проведения переписи на более крупных уровнях (например, район, административное или муниципальное подразделение) дает возможность ознакомиться с методами, ввести представление данных переписи и расширить пользовательскую базу статистической информации.

2.126. Картирование после проведения переписи требует значительно меньшего объема ресурсов по срав-

нению с полным картированием счетных участков, поскольку, как правило, требуется оцифровать всего лишь несколько сотен административных единиц. Эти мероприятия могут выполняться централизованно в учреждении, проводящем перепись, которое затем может распространять информацию в региональных органах планирования и региональных администрациях.

vi. *Смешанный подход*

2.127. Учитывая то количество времени, которое необходимо для разработки полной программы картирования, национальные учреждения переписи могут принять решение о постепенном переходе на цифровое картирование переписи. В стране может быть, например, решено использовать ГИС для картирования счетных участков только в наиболее крупных городах. Для остальной части страны могут применяться традиционные ручные методы. В ходе будущих переписей ГИС будет применяться и в этой части страны.

2.128. В некоторых ситуациях в удаленных областях, для которых имеются только устаревшие карты или где затруднено проведение работ на месте, бывает выгодным использовать новые технологии, такие, как цифровая аэрофотосъемка или получение снимков со спутников. В быстро растущих городских зонах методы дистанционного зондирования позволяют учреждению, проводящему перепись, обновлять карты городов. Таким образом, новые технологии могут оказаться полезными для заполнения пробелов, которые трудно ликвидировать традиционными методами. Другой смешанный подход может заключаться в определении координат границ СУ с использованием глобальных систем определения местоположения с последующим добавлением вручную зданий, дорог и других объектов, служащих для ориентирования на СУ.

vii. *Регистр адресов с пространственным соотношением*

2.129. Некоторые страны пошли дальше оцифровки счетных участков или границ блоков переписи. Вместо создания карт небольших отчетных зон они разрабатывают базы данных, в которых адрес каждого здания представлен координатами в соответствующей системе географических координат. Примером может служить система *адрес-точка*, разработанная и распространенная Ordnance Survey в Соединенном Королевстве (Ordnance Survey, 1993), которая обеспечивает географическую точность (но необязательно достоверность) на субметровом уровне. Существуют два способа создания базы данных адресных точек.

2.130. Первый способ заключается в сборе координат каждого здания в стране путем либо оцифровки имеющихся мелкомасштабных топографических и городских

карт, либо сбора координат в ходе работ на местах. Статистическое управление Канады, например, инициировало тестирование пилотного проекта в рамках переписи 2001 года, в ходе которого счетчики будут собирать координаты каждого жилого сооружения в стране с использованием глобальной системы определения местоположения (Li, 1997). Полученная в результате работы пространственно соотнесенная база жилого фонда станет самой подробной информационной базой для переписи в стране. Точки, представляющие домохозяйства, по которым имеются данные переписи, могут быть затем просуммированы по любым необходимым статистическим отчетным зонам с использованием простых операций ГИС.

2.131. Второй способ возможен в тех случаях, когда существуют комплексная база данных об уличной сети и основной файл адресов. В базу данных уличной сети входят сегменты улиц или дорог. Уличный сегмент представляет собой часть улицы между двумя перекрестками, где перекресток определен как место, в котором сходятся три или более уличных сегмента, или как место, в котором меняется название улицы. В ГИС улицы определяются как линии, представляющие ось улицы, а перекрестки определены как узлы (см. рисунок II.7). Во внутренней таблице географических атрибутов для каждого сегмента линии указаны начальный и конечный узлы, при этом направление определяется порядком оцифровки линии. При установленном направлении можно определить, какая сторона уличного сегмента левая и какая правая.

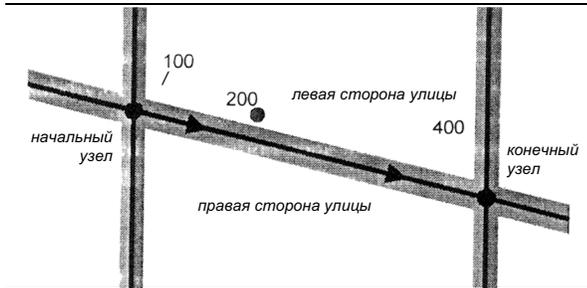
2.132. Для каждого сегмента линии в базе данных улиц необходимо записать диапазон адресов для обеих сторон улицы. Таблица атрибутов, таким образом, содержит в записи для каждого уличного сегмента, по крайней мере, пять полей:

- название улицы;
- первый адрес на правой стороне улицы;
- последний адрес на правой стороне улицы;
- первый адрес на левой стороне улицы;
- последний адрес на левой стороне улицы.

2.133. В большинстве стран, в которых действует система адресов по улицам, дома по одной стороне улицы имеют четные номера, а по другой стороне — нечетные. Располагая такой информацией, ГИС может определить местоположение любого адреса в сети улиц с помощью процесса *привязки к адресам* (иногда называемого *геокодированием*). Каждый адрес из перечня анализируется и привязывается к местоположению в соответствующем уличном сегменте. Местоположение выбирается исходя из номера дома в пропорции к диапазону адресов на уличном сегменте. Например, если номера домов в сегменте изменяются от 100 до 400, то

адрес с номером 200 должен находиться на расстоянии трети длины уличного сегмента от его начала (рисунок II.7). Определение местоположения адреса требует интерполяции. Таким образом, этот процесс не является абсолютно точным, но с довольно высокой степенью достоверности может применяться для большинства задач.

Рисунок II.7. Привязка к адресам (геокодирование)



2.134. Система геокодирования адресов имеет ряд очевидных преимуществ. Поскольку известно местоположение каждого адреса по улице и, следовательно, каждого домохозяйства, учреждение, проводящее перепись, может рассчитать агрегированные данные переписи для любого нового набора отчетных зон, например, по почтовым кодам, округам здравоохранения или административным единицам.

2.135. Разработка базы данных по геокодированным адресам, однако, требует существенно более крупных вложений, чем создание баз данных, представляющих отчетные зоны. Поэтому такие работы ведутся обычно только в тех странах, где есть другие организации, как, например, почтовое управление, также заинтересованные в наличии такой базы данных. В некоторых странах созданием баз данных по адресам улиц занимается частный сектор в коммерческих целях, как правило в целях маркетинга.

2.136. Для автоматизированной привязки к адресам требуется комплексная база данных улиц, к которой присоединена информация по адресным диапазонам. Этот метод не работает, если адресные номера присвоены домам не в порядке их расположения. В некоторых странах дома нумеруются в соответствии с датой их постройки, а не по порядку их размещения по улице. В этом случае, следовательно, привязка к адресам с применением интерполяции неприменима. В таких ситуациях при наличии ресурсов, необходимых для сбора материала, в большей степени применима точная регистрация местоположения каждого домохозяйства, в результате которой создается главный файл адресов с их адресами и координатами. Несмотря на возможность

его использования в перспективе, геокодирование адресов вряд ли будет принято для проведения картографических работ переписи в большинстве развивающихся стран.

2.137. В отношении реестров пространственно соотнесенных адресов или баз данных жилых единиц необходимо особо учитывать вопросы конфиденциальности данных. Поскольку каждое домохозяйство может быть идентифицировано по своим координатам, даже при отсутствии текстуального адреса учреждение, проводящее перепись, должно полностью контролировать главную базу данных и выпускать информацию только в агрегированной анонимной форме.

viii. Сбор сопутствующей информации

2.138. Картирование переписи требует проведения значительного объема работ на местах, в ходе которых картографический персонал посещает все уголки страны. Этот процесс сбора данных предоставляет уникальную возможность сбора дополнительной информации ценой сравнительно небольших усилий. Одним из полезных результатов работы является полный перечень координат и названий всех деревень и поселков в стране. Национальные картографические управления выпускают подобные географические справочники, но они, как правило, обновляются нерегулярно и поэтому не соответствуют действительному положению. Учреждение, проводящее перепись, могло бы сотрудничать с управлением картографии в целях обновления географического справочника и в то же время проверять все координаты, используя традиционные методы работы на местах или глобальные системы определения местоположения.

2.139. Кроме того, при небольших трудозатратах могут быть составлены детальные описи местоположения и характеристики различных служб. Многим государственным учреждениям требуется такая информация для исследования и планирования доступа населения к государственным службам, таким, например, как больницы, школы или правительственные учреждения. Географическая база данных о местоположении таких центров в комбинации с пространственно соотнесенными данными переписи существенно расширит возможности для проведения анализа и политического планирования.

b) Варианты реализации

2.140. После определения масштаба проекта цифрового картирования переписи необходимо принять ряд дополнительных решений в отношении реализации выбранной стратегии.

i. *Использовать ли пространственное соотнесение данных?*

2.141. От компьютерной графики или систем САПР ГИС отличает наличие систем пространственной информации, служащих для поддержки согласованного географического соотнесения. Это означает, что каждый географический объект, такой, как административная единица, деревня или сооружение, определяется реальными географическими координатами. Геоосоотнесение допускает комбинирование множеств пространственных данных с карт, поступивших из разных источников (например, из районов или экологических регионов), в пределах одной согласованной системы и также предоставляет пользователю возможность соединять отдельные подмножества большого множества данных. Например, границы районов для нескольких областей, которые были созданы отдельно, можно объединить для создания множества данных национального уровня.

2.142. В принципе, для проведения переписи пространственное соотнесение карт счетчиков переписи не нужно. Традиционно для этой цели использовались выполненные от руки эскизные карты, которые предоставляли каждому счетчику достаточную информацию, необходимую для выполнения его задачи. Такие эскизные карты обычно не объединяются для создания карты, охватывающей большой район, поэтому не имеет большого значения точное совпадение границ соседних участков переписи, начерченных на отдельных эскизных картах. Эскизные карты могут быть, конечно, начерчены и с применением компьютерной графики. В этом случае каждая эскизная карта имеет свою собственную относительную систему координат, которая измеряется в сантиметрах или дюймах, начиная с нижнего левого угла каждого листа карты. Составление эскизных карт с помощью графических пакетов облегчит внесение исправлений и обновление, а также упростит производство копий. По сравнению с программным обеспечением ГИС графические пакеты дешевле, более просты для освоения и требуют менее мощных компьютеров.

2.143. Использование ГИС или пакетов настольного картирования увеличит стоимость выполнения картографических работ переписи. Более важно то, что для выполнения пространственного соотнесения требуется определенный опыт в области обработки географических координат (см. Приложение II). Это повышает требования к подготовке персонала, а также увеличивает время, необходимое для полной реализации картографической программы переписи. Кроме того, не все пакеты настольного картирования и лишь некоторые графические системы или САПР поддерживают функции, необходимые для выполнения географического соотнесения. Эти функции используются для определения и изменения картографической проекции карты и

для исправления нарушений, допущенных в начерченных от руки эскизных картах.

ii. *Новое деление на участки или преобразование существующего деления?*

2.144. Национальная организация по проведению переписи должна также решить, взять ли за основу существующие картографические продукты переписи, такие, как эскизные карты предыдущей переписи, или выполнить новое деление на счетные участки. На практике в большинстве случаев будут использоваться и существующие источники картографической информации, и данные работ на местах (для обновления и перекрестной проверки). В разделе D, ниже, обсуждаются способы преобразования данных из существующих источников на твердых носителях, а также современные методы проведения работ на местах.

iii. *Разработка своими силами или привлечение внешних исполнителей для выполнения картографических работ?*

2.145. Статистическое управление может сократить или перераспределить расходы, связанные с установкой программы ГИС, несколькими путями. Наиболее эффективным методом является разделение расходов с другими учреждениями страны. Пример статистических учреждений Латинской Америки, которые часто образуют единый блок с национальным географическим или картографическим учреждением, дает представление о том, к какому расширению возможностей может привести тесное сотрудничество. Статистическое управление получает выгоду от использования возможностей картографии и ГИС географического подразделения, а подразделение картирования может интегрировать пространственно соотнесенные данные переписи в свои картографические работы и продукты. Даже если такие связи не имеют официального статуса, тесное сотрудничество учреждений, имеющих одинаковые потребности в информации, будет выгодным. Например, статистическое управление может координировать усилия по сбору или приобретению данных с учреждениями планирования, образования или естественных ресурсов. Это значительно сократит затраты на сбор, например, данных дистанционного зондирования.

2.146. Альтернативным вариантом является передача всего картографического процесса другому государственному учреждению или частной компании. Например, в ходе переписи 1991 года Австралийское статистическое бюро работало вместе с частной компанией, которая создавала цифровые карты счетных участков для всей страны. Использование и дальнейшая коммерциализация данных регулировались соглашениями между компанией и статистическим управлением.

2.147. Привлечение внешних исполнителей ставит многие вопросы институциональной кооперации, обсуждаемые в разделе 3 *b*. Преимуществами для статистического управления являются меньшие вложения в обучение и оборудование, а также экономия времени за счет возможности немедленно воспользоваться обширным опытом по ГИС. К недостаткам относятся потеря контроля над всем процессом, чего не случается в случае выполнения работы своими силами, и, возможно, более высокие затраты в долговременной перспективе, так как учреждение становится зависимым от внешних поставщиков. В некоторых странах бывает сложно найти местную компанию, которая могла бы предоставить услуги необходимого уровня для выполнения крупного проекта картирования переписи. На практике наиболее подходящим оказывается обычно сочетание выполнения мероприятий своими силами и привлечение внешних консалтинговых услуг.

iv. *Важность исключения риска*

2.148. При выборе метода картирования переписи необходимо разработать стратегию управления рисками. Поскольку успех всей переписи в целом зависит от своевременного выполнения программ картирования счетных участков, следует обеспечить определенный уровень резервирования и иметь запасные планы выполнения операций по картированию переписи. Для обеспечения максимальной безопасности можно параллельно проводить цифровое и ручное картирование. Этой двойной стратегии можно следовать до тех пор, пока не появится абсолютная уверенность в том, что цифровые карты будут изготовлены в срок.

2.149. Другим методом минимизации риска является проведение цифрового картирования вначале в одном регионе, до распространения программы на все регионы, — этот метод похож на расширенный пилотный эксперимент — или ограничение применения цифровых методов только отдельными аспектами процесса картирования переписи. Например, вместо того чтобы с самого начала опираться на цифровые методы при картировании на местах, оно может быть выполнено вручную с последующей оцифровкой эскизных карт. Стремление к минимизации риска не должно исключать внедрение новейших методов картирования, однако, важнейшим при выборе стратегии должно быть завершение картографической работы в срок.

c) *Определение структуры базы данных географической информационной системы*

i. *Реляционные базы данных*

2.150. Прежде чем приступить к обсуждению конкретной структуры базы данных ГИС переписи, рас-

смотрим концепцию реляционных баз данных, которые используются в большинстве пакетов ГИС. Реляционная модель базы данных используется для хранения, поиска и преобразования табличных данных, связанных с географическими объектами в координатной базе данных. В основе этого лежит модель взаимосвязи объектов.

2.151. В географическом контексте слово *объект* может означать административные единицы, или счетные участки, или любые иные пространственные объекты, для которых осуществляется сбор характеристик. Например, объект может представлять «счетный участок» (см. рисунок П.8). Отдельные счетные участки в районе или стране являются образцами такого объекта и будут представлены строками в таблице объекта. Тип объекта, в противоположность этому, относится к структуре таблицы базы данных, то есть к атрибутам объекта, которые хранятся в столбцах таблицы. Для счетного участка атрибутами могут быть уникальный идентификатор, площадь, население, код участка руководителя группы (инспектора) (УРГ), к которому приписан СУ, и т. д. Следует отметить, что тип объекта относится только к обобщенному определению таблицы базы данных, а не к конкретным значениям, зарегистрированным для каждого примера. Один или более атрибутов (столбцов) в типе объекта используются в качестве ключей или идентификаторов. Один из них является первичным ключом, который служит в качестве уникального идентификатора объекта данного типа. Для базы данных по участкам переписи этим атрибутом будет код СУ.

Рисунок П.8. Пример таблицы объекта — счетного участка

Объект: счетные участки

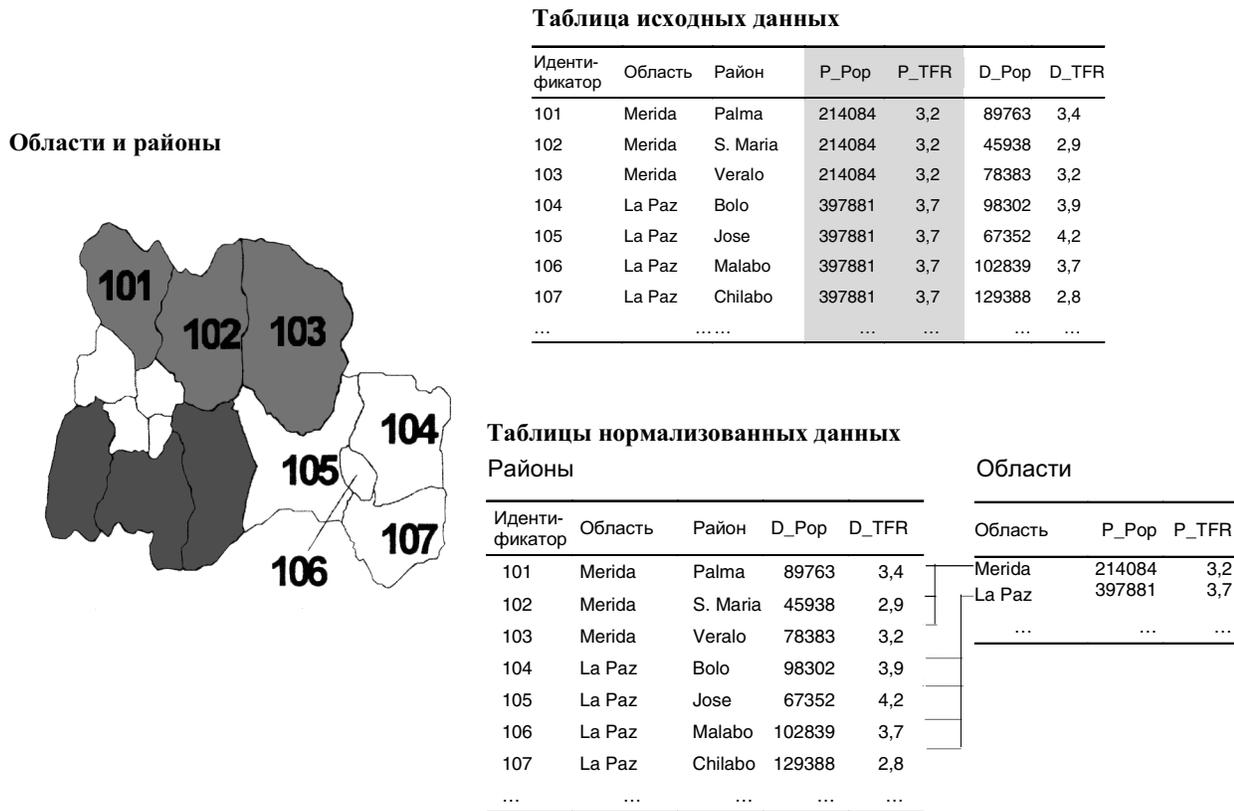
Тип (атрибуты)

Код СУ	Площадь	Население	Код РГ
723101	32,1	763	88
723102	28,4	593	88
723103	19,1	838	88
723201	34,6	832	88
723202	25,7	632	89
723203	28,3	839	89
723204	12,4	388	89
...

Примеры

Первичный ключ

Рисунок II.9. Таблицы реляционной базы данных



2.152. Отношения определяют связи между объектами. Например, таблица, описывающая счетные участки, может быть связана с таблицей объекта — участка руководителя группы. В этой таблице содержатся такие атрибуты, как имя руководителя группы, вышестоящее региональное отделение и информация для установления контактов. Первичным ключом в этой таблице является код руководителя групп (код РГ), который также содержится в таблице СУ. Система управления реляционными базами данных может соединить две таблицы таким образом, что каждый пример в таблице СУ будет связан с соответствующим примером в таблице УРГ.

2.153. Пошаговый процесс создания структуры реляционной базы данных называется *нормализацией*. В результате получается база данных с минимальным дублированием. Другими словами, данные организуются в некоторое количество таблиц так, чтобы исключить многократные повторения одних и тех же значений. Это сокращает требуемый объем памяти и исключает ошибки, которые возникают при выполнении стандартных операций баз данных, таких, как вставка, удаление или изменение.

2.154. Рисунок II.9 иллюстрирует разницу между таблицей простых данных и данных после нормализации на примере базы данных для районов. В первом случае информация об областях повторяется для каждого района данной области. Это не только вызывает ненужный расход памяти, но и делает более сложным процесс обновления или внесения изменений в информацию по областям. Изменение значения придется повторять для каждого района. В нормализованной форме название области заменено на более компактный числовой код, который и обеспечивает связь со второй таблицей. Здесь код области становится первичным ключом в отношении информации об областях, которая включает название области, численность населения и общий уровень рождаемости. После временного объединения двух баз данных по коду области информация об области становится доступной для каждого примера из таблицы районов.

2.155. Определение четкой структуры базы данных не является тривиальной задачей. Некоторые программы управления базами данных имеют функции нормализации, которые автоматически создают структуру

реляционной базы данных. Однако это, как правило, не лучший путь комплексного проектирования полной базы данных. Более подробно модель объект-отношение рассматривается в Nohl (1998) в контексте преобразования данных ГИС. В работе Vatini and others (1992) дается более полное и подробное введение в эту тему.

ii. *Компоненты базы данных переписи*

2.156. Комплексная база данных ГИС переписи содержит цифровую карту счетных участков и в большинстве случаев комплект базовых слоев карты, которые определяют контекст и ориентацию окончательных карт счетчиков. Базовыми слоями данных могут быть дороги, реки, здания или населенные пункты. Каждый слой хранится в отдельной базе данных ГИС. Так, например, дороги и реки, хотя и те, и другие отображаются линиями, не должны храниться в одном и том же цифровом файле.

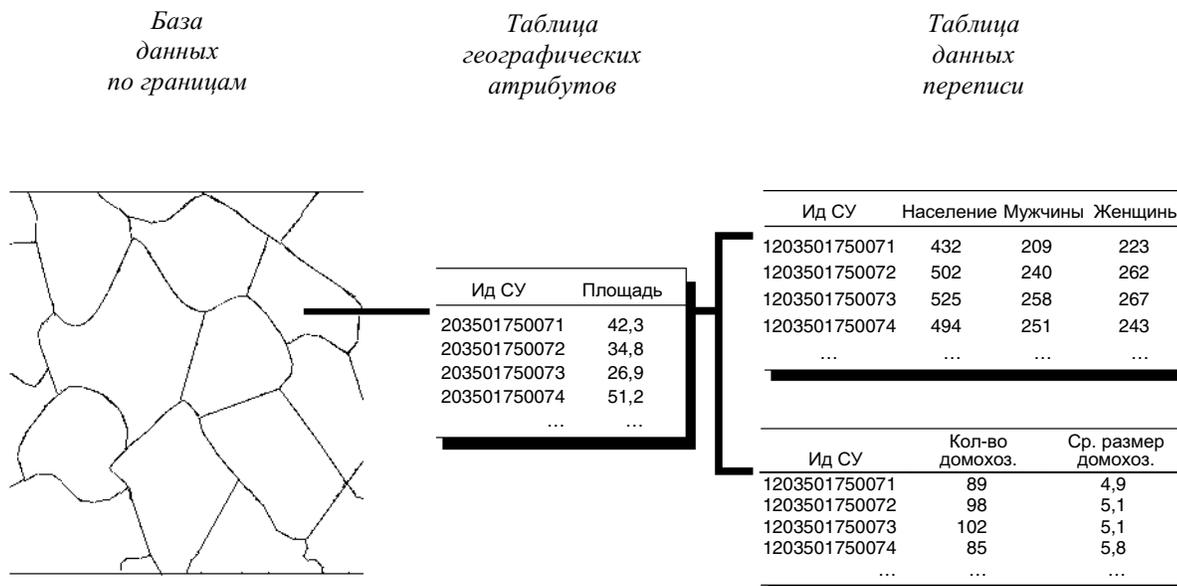
2.157. Перед началом ввода и преобразования данных картографический персонал переписи должен разработать структуру всех создаваемых множеств данных ГИС. Такое определение структуры должно содержать детальные характеристики всех преобразований и основных принципов, которым должен следовать картографический персонал в целях обеспечения согласованности окончательных продуктов. Хорошо выполненное

планирование позволит избежать несогласованности и несовместимости на более поздних этапах.

2.158. Прежде всего следует продумать форму окончательных продуктов. В полную базу данных счетных участков, например, могут быть включены следующие компоненты (см. рисунок II.10):

- *пространственная база данных по границам*, в которой содержатся все площадные объекты (многоугольники), представляющие единицы переписи;
- *таблица географических атрибутов*. Это файл базы данных, который имеет внутренние связи с базой пространственных данных и содержит одну запись для каждого многоугольника. В эту таблицу входят уникальный идентификатор каждой единицы переписи и, возможно, некоторая дополнительная статистическая информация, например неизменяемые значения, такие, как площадь участка в квадратных километрах;
- *таблицы данных переписи*, содержащиеся пространственные атрибуты — показатели переписи для пространственных единиц переписи. В каждый из этих файлов должен входить уникальный идентификатор единицы переписи, который обеспечивает связь с соответствующими записями таблицы атрибутов многоугольников. Для каждой единицы переписи должна существовать одна запись.

Рисунок II.10. Компоненты цифровой базы пространственных данных переписи



2.159. База данных по границам и таблица географических атрибутов тесно связаны — по существу, они представляют одно множество данных. В ходе планирования переписи для каждого счетного участка собирается некоторая базовая информация, относящаяся к переписи, такая, как оценочные данные о количестве единиц жилого фонда или о численности населения, а также информация о документации. Эта внешняя информация о единицах переписи сохраняется в отдельных таблицах данных основной системы управления базами данных. Отсюда при необходимости она может быть связана с данными по границам в таблице географических атрибутов через общий идентификатор — код СУ. Аналогично после завершения переписи информация по переписи сохраняется отдельно в системе управления базами данных. Для создания тематических карт результатов переписи данные по границам и данные переписи соединяются через уникальные идентификаторы в таблице атрибутов многоугольников. Очевидно, что для обеспечения совместимости баз данных переписи, которые являются результатом ввода данных и программы табулирования, с файлами географических границ необходимо тесное сотрудничество между картографическим подразделением переписи и участком обработки данных.

2.160. Как правило, для каждого административного уровня или группы статистических участков, для которых публикуются данные переписи, создаются отдельные базы данных. После изменения границ на любом уровне, безусловно, должны быть внесены изменения во все остальные базы данных, содержащие информацию по этим границам. Наилучшим подходом является внесение всех изменений в основную базу данных по границам на самом низком уровне агрегирования (то есть в базу данных на уровне СУ) и создать базу данных административных или статистических единиц для каждого следующего уровня, используя для этого стандартные функции ГИС и агрегирования базы данных.

2.161. Некоторые базовые слои данных могут быть значительно проще, чем цифровые карты счетных участков. Например, для базы данных дорог необходимо собрать всего несколько атрибутов — название или идентификатор дороги, если он имеется, тип поверхности и количество полос движения. В этом случае может оказаться ненужным хранить описательную информацию по атрибутам в отдельной таблице. Для простоты все атрибуты могут быть собраны в самой таблице географических атрибутов.

2.162. На определенных этапах между и в ходе циклов переписи должны быть созданы контрольные наборы данных. Например, должна существовать единственная версия базы данных карты переписи страны, которая соответствует каждой операции по сбору данных или соответствующему статистическому приложению. Для

каждой статистической отчетной единицы, для которой необходимы данные, могут быть созданы отдельные агрегированные наборы данных по границам. Эти контрольные наборы данных должны постоянно сохраняться в архиве. Так, контрольные наборы данных, созданные из одной и той же основной базы данных, могут существовать для переписи 1995 года, для масштабного обследования 1997 года и для выборов 1998 года.

iii. *Определение содержания базы данных (моделирование данных)*

2.163. После того как определено содержание мероприятий географического характера, учреждению, проводящему перепись, необходимо более детально определить структуру географических баз данных и составить всю документацию. Этот процесс иногда называют моделированием данных, и в него входит определение географических объектов, которые должны быть включены в базу данных, их атрибутов и отношений с другими объектами. В результате будет составлен подробный словарь данных, служащий для управления процессом разработки базы данных и использующийся как документация на последующих этапах.

2.164. Следует отметить, что многие базы данных ГИС создаются без их детального моделирования. Этот шаг требует времени и определенного уровня знаний о концепциях баз данных. Дополнительные вложения оправданы для комплексного проекта картирования переписи. Процесс моделирования данных предполагает высокий уровень точности и согласованности, что обеспечит высокое качество базы данных и простоту ее сопровождения. Учреждению, проводящему перепись, которое впервые участвует в этом процессе, может быть полезно пригласить высококвалифицированного консультанта по вопросам баз данных ГИС, который будет осуществлять руководство работой персонала.

2.165. Как обсуждалось ранее, многие национальные и международные учреждения уже активно ведут разработку моделей обобщенных данных для пространственной информации в качестве части национальной инфраструктуры географических данных (иногда также называемой геоинформационной инфраструктурой). Зачастую проводящее перепись учреждение может просто адаптировать национальный стандарт пространственных данных к определенным потребностям процесса сбора статистической информации. В случае если такая информация недоступна, модели данных придется разрабатывать своими силами. Хорошим подспорьем послужат шаблоны моделей учреждений картирования и статистических управлений других стран.

2.166. В приложении III представлены примеры того, какое описание модели данных может содержаться в словаре данных. К модели данных относятся как стан-

дарты метаданных, которые характеризуются в следующем разделе, так и более простые словари баз данных, которые сопровождают базы данных, распространяемые среди широкой общественности (см. приложение IV).

d) Разработка метаданных

2.167. В настоящем *Руководстве* рекомендуется рассматривать задачу картирования переписи как долгосрочный процесс, а не как единовременное мероприятие. В течение продолжительного периода времени будет периодически осуществляться обращение к элементам базы данных, часто после длительных перерывов. Вероятность частой замены персонала означает, что основу институциональной памяти должно составлять нечто большее, чем воспоминания аналитика по ГИС, участвовавшего в разработке начальных данных. Следовательно, обязательным условием является детальное документирование всех шагов развития цифровой базы пространственных данных переписи.

2.168. Информация о качестве данных, форматах, методике обработки и вся прочая информация, имеющая отношение к множеству данных, называется метаданными или «данными о данных». Метаданные служат следующим целям:

- поддержке сопровождения и обновлению множеств цифровых данных, хранящихся в организации;
- поддержке распространения данных путем обеспечения информации о пригодности наборов данных для использования внешними потребителями;
- поддержке интегрирования составленных за пределами учреждения наборов данных в информационные хранилища учреждения.

2.169. Очевидно, что различные производители данных по-разному интерпретируют для себя понятие необходимых метаданных. Поэтому многие страны приступили к разработке общих стандартов географических метаданных. Целью этого является унификация соглашений для документирования пространственной информации. Наличие таких стандартов, следовательно, поддерживает разработку национальной инфраструктуры пространственных данных за счет упрощения обмена и интегрирования пространственных данных. На международном уровне ряд организаций предпринимают попытки координировать разработки стандартов пространственных метаданных, ведущиеся в нескольких странах. К таким организациям относятся Рабочая группа по географической информации/геоинформатике Международной организации по стандартизации (www.statkart.no/isotc211/), Служба открытого обмена информацией Европейской комиссии (www2.echo.lu/oii/en/oii-home.html) и Постоянный комитет по инфра-

структуре ГИС для стран Азии и Тихого океана (www.permcom.apgis.gov.au).

2.170. Учитывая, что геоотнесенные данные переписи являются составной частью национальной инфраструктуры пространственных данных, разработка цифровых карт переписи должна в максимальной степени быть связана с прочими мероприятиями цифрового картирования, проводимыми в стране. Применительно к метаданным это означает, что национальный или региональный стандарт метаданных, если таковой существует, должен быть принят национальным учреждением переписи. Тесное сотрудничество с ответственным национальным органом, как правило с национальным учреждением картирования или межучрежденческим консультативным комитетом, будет способствовать введению таких стандартов. В отсутствие национального стандарта проводящее перепись учреждение экономит время и ресурсы, если адаптирует подходящий стандарт метаданных другой страны, а не будет разрабатывать его с самого начала.

2.171. Примером четко разработанного и широко используемого стандарта метаданных является Стандарт содержания цифровых геопространственных метаданных (CSDGM), разработанный Национальным комитетом географических данных Соединенных Штатов Америки (www.fdg.gov). Этот стандарт является иллюстрацией типов информации, содержащихся в базе метаданных. Стандарт по своему содержанию является всеобъемлющим, и различные специализированные комитеты разрабатывают на его основе руководящие принципы в отношении определенных типов данных. Например, Подкомитет по информации культурного и демографического назначения входит в Бюро по переписи Соединенных Штатов (www.census.gov/geo/www/standards/scdd; см. FGDC, 1997b). В нижеследующем тексте обсуждаются только основные элементы определения метаданных.

2.172. В состав CSDGM входят семь основных разделов, и этот стандарт может рассматриваться в качестве шаблона базы данных, поля которого описывают различные аспекты множества пространственных данных. Некоторые поля будут содержать один из заранее определенных наборов кодов или атрибутов. Однако многие элементы являются текстовыми полями, в которых составитель данных описывает характеристики базы данных, такие, как качество и происхождение данных. Наиболее важные элементы считаются обязательными, поэтому они должны вводиться для каждого множества данных. Разработка такого обязательного набора полей является хорошей отправной точкой для определения шаблона метаданных учреждения, проводящего перепись. Остальные поля определяются как «обязательные в случае наличия» или «необязательные».

2.173. Основными элементами стандарта являются:

- *Информация об идентификации*, включающая наименование множества данных, область охвата, ключевые слова, цель, краткое описание и ограничения по доступу и использованию.
- *Информация о качестве данных*, такая, как оценка точности по вертикали и горизонтали, логическая целостность, семантическая точность, временная информация, полнота и происхождение множества данных. Происхождение включает источники данных, используемые для составления множества данных, а также этапы обработки и промежуточные продукты.
- *Информация по организации пространственных данных*, которая относится к методу хранения данных, такая, как информация о размещении листов карт в точечной, растровой, векторной и цифровой форме.
- *Пространственная базовая информация*, которая включает проекцию карты и все соответствующие параметры, которые определяют систему координат.
- *Информация о категориях и атрибутах*, содержащая детальные определения атрибутов множества данных, включая типы данных атрибутов, допустимые значения и определения. Это в основном та же информация, которая содержится в словаре данных, описанном выше.
- *Информация о распределении*, определяющая орган по распределению данных, формат файла данных, типы автономных носителей, связь с данными в режиме реального времени, сборы и порядок заказа.
- *Базовая информация о метаданных*, то есть информация о самих метаданных и, что особенно важно, кем и когда сформированы метаданные.

2.174. Помимо семи основных разделов стандарт содержит три второстепенных элемента. На эти элементы часто делается ссылка в основных разделах. Вместо многократного повторения этих элементов достаточно один раз сохранить их в определенном месте. К трем второстепенным разделам относятся:

- *Информация о ссылках*, которая обеспечивает согласованность ссылок на автора, название, дату публикации и издателя.
- *Информация о периоде времени*, которая содержит одну дату, несколько дат или диапазон дат.
- *Информация для установления контактов*, то есть контактное лицо и/или организация, адрес, номер телефона и адрес электронной почты.

2.175. Одним из преимуществ стандартизации информации о метаданных в рамках правительственных и прочих организаций — составителей данных является

возможность разработки обобщенных систем для управления и пользования метаданными. Например, для управления CSDGM существует множество инструментов. К ним относятся формы ввода в текстовом виде, формат просмотра базы данных или web (через Интернет или Интранет) и считыватели метаданных, которыми могут пользоваться библиотеки или системы распространения данных в Интернете. Поставщики коммерческого программного обеспечения также добавляют к своим программам инструменты документирования, которые облегчают разработку метаданных в формате CSDGM.

2.176. Определение шаблона метаданных, который будет использоваться в рамках проекта картирования переписи, — это только один из аспектов управления метаданными. Другой аспект — это реализация процедур поддержки метаданных. Проводящее перепись учреждение должно решить, когда и кто будет осуществлять ввод метаданных, в каком виде будут храниться эти данные — в бумажной форме или в виде цифровых файлов — и кто будет контролировать полноту, достоверность и применимость полученной в результате информации. Разработка метаданных должна сопровождать каждый шаг создания базы данных, и этот процесс не должен рассматриваться просто как окончательный этап документирования. В интересах и будущей работы, и внешних пользователей данных необходимо придавать метаданным такое же значение, как и собственно базам пространственных данных.

е) Вопросы качества данных

і. Требования к точности

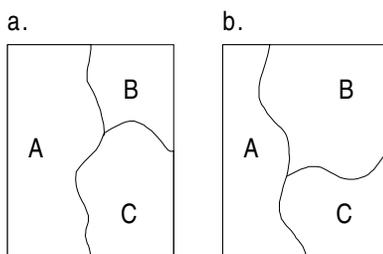
2.177. Разработка приемлемых стандартов точности данных является, возможно, одной из наиболее важных задач планирования проекта создания цифровой базы данных. Во многих областях, например в управлении коммунальными службами и сооружениями, наземном и гидрологическом картировании, существуют стандарты точности баз данных, которые можно адаптировать для любого нового проекта. Картирование переписи, напротив, зачастую проводится довольно специфическим образом, с использованием ручных методов работы и эскизных карт, и при этом вопросам географической точности уделяется мало внимания. Это было приемлемым, поскольку карты переписи использовались только для целей переписи. Однако с появлением ГИС карты переписи становятся составной частью многих аналитических приложений в государственном и частном секторах и в научных кругах. Это основной довод в пользу капиталовложений в цифровое картирование переписи. Когда карты переписи используются в сочетании с другими источниками цифровых географических данных, неточность тут же становится очевидной.

Таким образом, требования к точности в отношении цифрового картирования переписи выше, чем в отношении традиционных методов картирования.

2.178. Точность в ГИС относится и к данным атрибутов — таблице географических атрибутов и данным переписи, которые могут быть к ней привязаны, — и к географическим данным. Вопросы точности данных атрибутов не отличаются от аналогичных вопросов ввода данных переписи и процесса их обработки. Поэтому они будут рассмотрены кратко. Точность географических данных относится к точкам, линиям и участкам, которые хранятся в базе данных ГИС и описывают объекты, находящиеся на земной поверхности.

2.179. Точность географических данных можно разделить на *логическую* точность и точность *позиционирования*. Точность позиционирования иногда называется абсолютной точностью. Логическая точность относится к целостности соотношений географических объектов. Например, дорога в одном слое данных ГИС должна быть соединена с мостом в другом слое. Река, сведения о которой записаны в гидрологической базе данных и по которой установлена граница между двумя административными единицами, должна совпадать с границей между этими единицами. Также и город, представленный точкой в одной базе данных ГИС, должен находиться в соответствующей административной единице в другом слое ГИС. Одни и те же логические соотношения могут быть верно представлены на двух картах, имеющих весьма различный внешний вид. Например, на рисунке II.11 на двух картах верно показаны соотношения между тремя граничащими административными единицами.

Рисунок II.11. Логическая точность



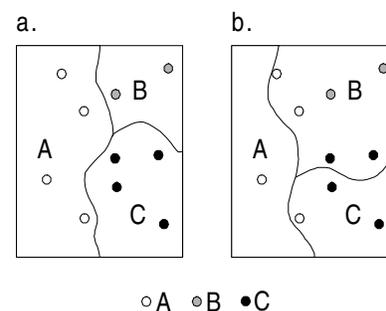
2.180. В противоположность этому, точность позиционирования означает, что координаты объектов в базе данных ГИС абсолютно соответствуют их истинному положению на земной поверхности. Следовательно, картографические измерения должны проводиться с достаточной степенью точности с использованием точных измерительных устройств, таких, как глобальная система определения местоположения. Безусловно, множество данных, в котором отсутствуют ошибки пози-

ционирования, будет точно представлять и логические соотношения между географическими объектами.

2.181. Для некоторых приложений более важна логическая точность, чем точность позиционирования. Для базы данных переписи важнее знать то, что конкретная улица определяет границу СУ, чем то, что точные координаты отображают реальное местоположение дороги с высокой степенью точности. На самом деле создаваемые в ходе традиционных мероприятий по картированию переписи эскизные карты обычно являются логически точными, но не отличаются высокой точностью позиционирования. Это не создает проблемы до тех пор, пока карты используются только в ходе самой переписи, поскольку погрешности не мешают ориентироваться в СУ. Однако как только такие карты переписи начинают использоваться в иных целях, могут возникнуть определенные сложности.

2.182. На рисунке II.12 а, например, показан набор точек обследования выборки, которые были определены с помощью высокоточной глобальной системы определения местоположения. Лежащая в основе базовая карта имеет высокую степень точности позиционирования, так что точки попадают в соответствующую административную единицу. Базовая карта на рисунке II.12 б, напротив, характеризуется логической точностью, но имеет низкую точность позиционирования. Таким образом, некоторые из точек, координаты которых точно определены с помощью системы GPS, не попадают в соответствующие административные единицы. Следствием этого являются неверные результаты при объединении по административным единицам материалов обследования.

Рисунок II.12. Нарушения, возникающие вследствие недостаточной точности позиционирования



2.183. Таким образом, если границы, определенные в ходе переписи, используются не только в рамках мероприятий регистрации, достаточная точность позиционирования должна стать целью цифрового картографического процесса переписи. Конечно, весьма незначительное число множеств географических данных отличается 100-процентной точностью. При любом способе карти-

рования, ручном или цифровом, существует компромисс между достижимой точностью и временем и средствами, требуемыми для обеспечения такого качества данных. Как правило, повышение точности сверх уровня 90 или 95 процентов потребует непропорционально высоких затрат времени и прочих ресурсов. По некоторым оценкам, для увеличения точности с 95 до 100 процентов необходимо 95 процентов всего бюджета проекта (Hohl, 1998).

2.184. Общепринятой практикой топографического картирования является определение стандартов точности на базе местоположения точки. Например, высотные отметки на местности должны быть в пределах x метров от их истинного положения в y процентов всех случаев. При уменьшении картографического масштаба допустимое значение ошибки увеличивается. Например, на карте масштаба 1:25 000 ошибка должна быть меньше, чем на карте масштаба 1:100 000. Учитывая, что карты переписи в основном будут базироваться на имеющихся топографических картах, стандарты точности для картирования переписи должны определяться в тесном взаимодействии со специалистами национальных картографических организаций. Это также обеспечит совместимость по качеству продуктов проекта картирования переписи и других выпусков национальных цифровых карт.

2.185. Несмотря на то что высокая степень точности позиционирования является весьма желательным условием, слишком строгие стандарты точности приведут к увеличению стоимости, преувеличенным ожиданиям пользователей и, возможно, к разочарованию персонала, который может не справиться с поставленными перед ним слишком сложными задачами. Недостаточно строгие стандарты точности могут привести к появлению продуктов неприемлемого качества. Пользователи либо откажутся от продукта, если будут информированы о его недостатках, либо, используя его, отнесутся к нему с преувеличенным доверием, что может стать причиной серьезных ошибок в результатах анализа. Популярной концепцией разработки базы данных ГИС является «пригодность к использованию». Такая концепция учитывает тот факт, что пространственные данные никогда не бывают совершенными. Хотя эти данные могут быть пригодны для одной задачи, они могут быть неприемлемыми по качеству для другой.

2.186. При определении стандартов качества проводящее перепись учреждение должно принимать во внимание не только свои внутренние потребности, но и потребности внешних пользователей цифровых карт переписи. Следовательно, руководящие принципы обеспечения точности данных должны разрабатываться в сотрудничестве со всеми заинтересованными лицами как часть оценки требований пользователей. На содер-

жание стандартов влияет также и объем имеющихся ресурсов, качество исходных материалов — информация для различных уровней данных может быть разного качества — и выбранная технология сбора данных на местах.

ii. *Контроль качества*

2.187. Контроль качества представляет собой набор мероприятий и соглашений, который обеспечивает соответствие разрабатываемых в ходе картографического процесса баз данных определенным стандартам точности. В пересмотренном издании «Принципов и рекомендаций в отношении переписей населения и жилого фонда» (United Nations, 1998) подчеркивается важность контроля качества и содержится обзор этих вопросов применительно к процессу переписи. Эти общие принципы применяются также и к картированию переписи.

2.188. Основу процесса контроля качества образуют тесты и процедуры проверки. Тем не менее контроль качества является также и вопросом позиции картографического персонала переписи в отношении сведения к минимуму ошибок на каждом этапе преобразования данных. Необходимо поощрять персонал, осуществляющий перепись, за нахождение ошибок в выходных продуктах. Повторяющиеся ошибки могут способствовать выявлению неадекватных процедур или недостатков подготовки, вследствие чего могут потребоваться изменение расстановки специалистов, модификация оборудования или изменение методов. Таким образом, важно добиться того, чтобы персонал не боялся докладывать о замеченных недостатках в своей собственной работе и четко понимал общую цель процедур контроля качества.

2.189. Хотя специализация персонала по различным задачам и способствует, как правило, повышению общего уровня качества данных, многие задачи разработки базы данных ГИС носят повторяющийся характер. Выполняемая одним специалистом монотонная работа может привести к увеличению количества ошибок вследствие снижения концентрации внимания. Избежать этого поможет периодическое изменение специализации кадров. Такой порядок работы даст возможность специалистам ознакомиться с различными аспектами всего процесса преобразования данных, что будет способствовать лучшему пониманию поставленных перед ними задач и, следовательно, повышению общего уровня качества создаваемых продуктов. Необходимо также предлагать сотрудникам вносить предложения по изменению процедур в целях повышения качества данных. До реализации поступающие предложения должны оцениваться в контролируемых условиях, то есть не в ходе рабочего процесса. Таким образом процесс достижения наивысшего возможного качества данных становится непрерывным.

2.190. Процедуры контроля качества включают автоматизированные и ручные методы работы. Автоматизированные процедуры являются более предпочтительными из-за скорости и надежности их выполнения. Однако многие аспекты преобразования данных могут быть оценены только путем визуальной проверки и сравнения. Автоматизированные методы проверки при создании географических атрибутов аналогичны тем, которые используются для ввода данных переписи. Проверки соответствия диапазонам и проверки кодов исключают ввод в поля атрибутов недопустимых значений. Количество административных единиц или единиц переписи в цифровой базе данных должно совпадать с соответствующим количеством в основном списке географических областей. Идентификатор географической области является важнейшим полем ГИС-базы данных переписи, так как он обеспечивает соответствие между цифровыми базовыми картами и объединенными данными переписи. Следовательно, в целях обеспечения отсутствия ошибок в этом атрибуте необходимо выделить как можно больше ресурсов для проведения как автоматизированной, так и ручной проверки данных атрибутов.

2.191. Возможности автоматизированного контроля качества для географических данных относительно ограничены. Некоторые пакеты ГИС выполняют проверку достоверности топологии базы данных, например целиком ли введены границы областей и все ли линии имеют соединения. База данных по сельским пунктам может быть скомбинирована с набором данных по границам административных единиц известного качества, с тем чтобы обеспечить правильность идентификаторов административных единиц в базе данных сельских пунктов (операция «точка в многоугольнике»). Некоторые ошибки при этом становятся очевидными, например несовпадение границ двух административных единиц, оцифровка которых производилась раздельно. Другие ошибки заметить не так просто, например пропуск части внутренних границ или дорог во множестве ГИС-данных. Следовательно, большая часть контроля качества картографических продуктов должна базироваться на визуальном сравнении исходных материалов (карт, данных аэрофотосъемки и т. д.) с оцифрованными данными. Для этого цифровые карты выводятся на печать, в идеальном случае в том же масштабе, что и исходные карты. Исходный материал и произведенный продукт затем сравнивают, либо разместив их рядом по одной линии, либо наложив один на другой на светостоле. Выявленные систематические ошибки укажут на ошибки в процедурах преобразования данных, которые должны быть немедленно устранены. Ручная проверка ошибок ни в коем случае не должна выполняться сотрудником, который составлял эти данные.

2.192. Все этапы процесса контроля качества должны подробно документироваться. Наиболее подходящим спо-

собом документирования контроля качества является заполнение регистрационного журнала в бумажной форме, хотя может использоваться и автоматизированное заполнение цифровых форм. В регистрационном журнале должна быть описана выполненная процедура контроля качества и отмечено, когда и кем эта процедура была проведена, кто составлял проверяемые данные и каков результат проверки. Журнал следует вести для регистрации как ручных, так и автоматизированных проверок. Такие журналы являются не только документальным подтверждением точности набора данных и его происхождения, они могут также показать, каким специалистам необходима дополнительная подготовка.

2.193. Результатом согласованного набора процедур контроля качества должен стать конечный продукт приемлемого уровня точности. Однако в большинстве проектов обычно добавляется заключительный этап, называемый обеспечением качества, который состоит из еще одного цикла проверок и окончательного процесса решения проблем. Процесс обеспечения качества анализируется в разделе E.

г) Деление национальной территории на рабочие зоны

2.194. Полная цифровая база данных счетных участков состоит из тысяч единиц. С практической точки зрения для больших стран не имеет смысла хранить все многоугольники СУ в одном физическом слое данных. Вместо этого национальная территория может быть разделена на рабочие зоны. В этом случае при децентрализованной административной структуре переписи различные региональные отделения и различные операторы в каждом региональном отделении смогут одновременно работать с отдельными частями базы данных. При условии согласованности границ подразделов национальной базы данных различные ее части могут быть объединены на заключительном этапе для создания карт районов, областей или карт национального уровня. Этот процесс потребует, однако, определенного совмещения по границам, что предполагает ручное соединение связанных объектов, которые пересекают две или более зоны.

2.195. Для больших стран удобно вести децентрализованную картографическую работу. В этом случае рабочие зоны естественным образом определяются областью ответственности каждого регионального отделения переписи. Например, проведение картографических работ переписи в стране поручается четырем региональным отделениям, при этом головное отделение работает одновременно и как общий координирующий орган, и как одно из региональных отделений. В рамках каждого регионального отделения базы данных могут

быть разделены на еще меньшие зоны. Работа с базами данных небольшого размера требует, как правило, меньшей вычислительной мощности. Разделение на меньшие части также позволяет нескольким операторам одновременно работать с различными частями одной базы данных.

г) Цифровая административная базовая карта

2.196. В случае если выбран децентрализованный подход, национальное учреждение переписи прежде всего должно создать национальный шаблон границ для основных административных уровней страны. Например, учреждение переписи должно создать, получить или подготовить набор цифровых пространственных границ областей, районов и желателен подрайонов. Эти границы должны отличаться высокой точностью и быть достаточно подробными, чтобы их можно было использовать для картирования СУ в крупном картографическом масштабе (например, по крайней мере, в масштабе 1:250 000). Эти границы должны использоваться на протяжении всего процесса картирования переписи, а также для распространения объединенной геосоотнесенной информации переписи на этих административных уровнях.

2.197. Эти границы уже могут быть созданы в цифровой форме национальным картографическим учреждением. В этом случае они будут представлять официально признанную цифровую административную базовую карту страны [см. анализ национальной инфраструктуры пространственных данных в разделе 3 *b*, выше]. Используемые в административной базе коды должны соответствовать кодам, используемым в базе данных переписи.

2.198. Официальные границы районов для каждой рабочей зоны следует передать в отделения, ответственные за разделение на участки переписи. Границы СУ затем вводятся в многоугольники официальных административных единиц. Этот процесс обеспечит точное совпадение границ соседних районов при всех последующих объединениях данных. Если оцифровка границ районов выполняется отдельно каждым местным отделением, маловероятно, что границы точно совпадут. В этом случае потребуется последующее существенное редактирование. Кроме того, будет иметь место значительное дублирование работ, поскольку одни и те же границы подвергнутся оцифровке дважды — для каждого из смежных районов.

h) Территориальные единицы, не имеющие общих границ

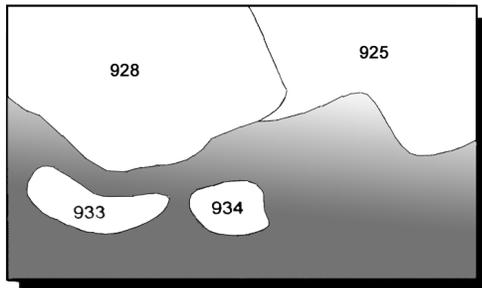
2.199. Часто административные единицы делятся на

разъединенные, разнесенные пространственные единицы или многоугольники. Например, в состав района могут входить части материка и некоторое число островов. Для обработки данных переписи это не создает проблем, поскольку в каждой таблице данных переписи существует только одна запись, которая относится к району. Однако в базе географических атрибутов для этого района будут существовать две или более записей — по одной для каждого многоугольника. Это вызовет трудности в момент привязки информации по атрибутам переписи к многоугольникам с использованием таблицы географических атрибутов. В реляционной базе данных запись данных переписи привязывается к каждому многоугольнику в базе данных ГИС, который имеет такой же идентификатор района. Картирование средних значений или плотности не вызовет трудностей. Средние значения дохода или плотности населения одинаковы для всего района. Однако представление счетных данных, таких, как общее количество населения или число домохозяйств, будет затруднено, если пользователь захочет суммировать численность населения по всем районам. Поскольку записи повторяются для каждого многоугольника, принадлежащего к данному району, возникнет дублирование подсчета и результат будет завышен. Для решения этой проблемы существуют два подхода.

2.200. Некоторые современные пакеты ГИС допускают определение *регионов*. Регион может состоять из одного или более отдельных многоугольников, но в таблице географических атрибутов должна быть сделана только одна запись для каждого региона. Система осуществляет внутренний контроль того, какому региону принадлежат отдельные многоугольники. В ряде пакетов регионы могут даже перекрываться, хотя это и неприменимо для целей переписи, где счетные участки должны быть взаимно исключаемыми.

2.201. Большинство менее мощных программ ГИС не поддерживают такую опцию. В этом случае простым решением является введение в таблицу географических атрибутов дополнительного поля данных («поля признака»). Это поле будет принимать значение единицы для наибольшего многоугольника, принадлежащего к данному району, и ноля — для остальных (меньших) многоугольников. Перед суммированием или объединением любого значения атрибута пользователь прежде всего сможет выбрать только многоугольники, имеющие значение единицы в этом поле. Может быть введено дополнительное поле, в котором указывается количество многоугольников, принадлежащих данной единице. Генерирование этой информации может быть выполнено быстро с помощью функции частоты или перекрестного анализа таблиц пакета ГИС.

Рисунок II.13. Работа с административными единицами, состоящими из нескольких многоугольников



Внутренний идентификатор	Административный идентификатор	Административное название	Признак
925	02015	Kalana	1
928	02012	Bagor	1
933	02012	Bagor	0
934	02012	Bagor	0

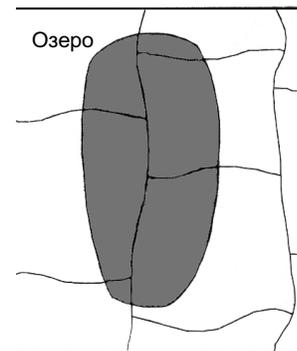
i) Области вычислений

2.202. Полезность баз данных переписи может быть расширена за счет введения ряда стандартных географических переменных. Наиболее важной из них является площадь каждого счетного участка или административной единицы. Все пакеты ГИС подсчитывают площадь многоугольника при условии соответствия базы данных равновеликой картографической проекции. Однако, в зависимости от разрешения и точности оцифрованных границ, в измерениях ГИС может быть допущена существенная ошибка, вызванная высокой степенью генерализации границ и пропуском островов, небольшой размер которых не позволяет включить их в карту мелкого масштаба. В связи с этим желательно использовать более точные значения площади, если таковые имеются, определенные национальным картографическим управлением.

2.203. Значения площади используются для оценок плотности, наиболее важной из которых является плотность населения. Публикуемые значения площади, как правило, относятся к общим официальным границам административной единицы, то есть характеризуют ее общую площадь. Иногда это может привести к неверным оценкам плотности. Например, однажды в опубликованных материалах национальной переписи была указана площадь нескольких районов, граничащих с большим озером. Представленные значения площади включали часть районов, находящихся между линией

берега и центральной линией озера (см. рисунок II.14). Это привело к удвоению общей площади некоторых районов. Вследствие этого реальные значения плотности населения были занижены в два раза. В тех случаях, когда официальная статистика по плотности населения используется, например, в качестве критерия распределения ресурсов или определения приемлемости государственных программ, определение плотности населения может иметь серьезные последствия.

Рисунок II.14. Озеро, занимающее значительную площадь в нескольких административных единицах



2.204. В странах, где возникают такого рода проблемы, учреждение, проводящее перепись, может принять решение о введении двух полей площади: одно поле для *общей площади* административной единицы и одно поле для *площади территории*, которая определяется путем вычитания из значения общей площади данной территориальной единицы значения площади, занятой водными объектами, или необитаемой зоны, такой, как охраняемая природная зона. В некоторых странах также определяется площадь сельскохозяйственных угодий. Это дает пользователям возможность вычислить плотность населения, занятого сельским хозяйством, или, наоборот, количество гектаров сельскохозяйственных угодий, приходящихся на одного жителя в данном районе. Эти значения площади могут быть легко вычислены в ГИС с использованием соответствующих слоев географических данных, с учетом замечаний, касающихся обобщенного характера карт, приведенных выше. В любом случае важно детально описать определения чистой площади.

2.205. Поскольку большая часть пакетов ГИС воспринимает многоугольник в базе данных как отдельную запись, подсчитываемые ГИС значения площади административных единиц или единиц переписи, в состав которых входит более одного многоугольника, неприменимы для расчетов плотности. Вместо этого следует объединять площади всех многоугольников, принадлежащих к одной административной единице или едини-

це переписи. Это возможно выполнить в ГИС с помощью соответствующих функций перекрестного анализа таблиц.

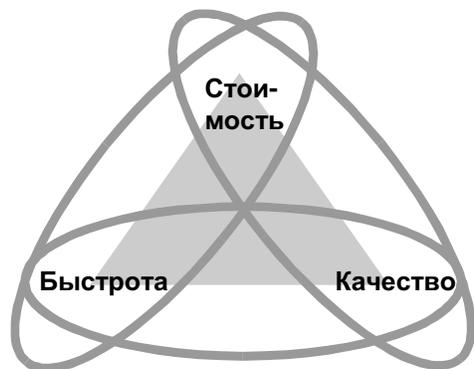
D. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ЦИФРОВЫХ КАРТ

1. Обзор

2.206. Разработка цифровой базы данных переписи будет проводиться на базе двух источников данных: преобразование и интеграция имеющихся картографических продуктов, которые могут существовать в бумажной или в цифровой форме, и сбор дополнительных данных с использованием работы на местах, данных аэрофотосъемки или снимков, полученных со спутников. Термин *преобразование данных* объединяет эти шаги (см. Montgomery and Schuch, 1994; Hohl, 1998).

2.207. Наилучшая стратегия преобразования данных зависит от многих факторов, включая доступность информации и ограничения в отношении времени и ресурсов. Всегда существует компромисс между стоимостью проекта, количеством времени, необходимым для выполнения полного преобразования данных, и качеством окончательного продукта (рисунок II.15). Как правило, оптимизации поддаются два из перечисленных показателей за счет третьего. Например, возможно быстро создать базу данных высокого качества, но это стоит дорого. Можно создать данные хорошего качества при невысокой стоимости, но для этого потребуется много времени. Или же организация базы данных будет проведена быстро и с небольшими затратами, но при низком качестве результирующего продукта.

Рисунок II.15. Возможные компромиссы при выборе стратегии преобразования данных (Hohl, 1998)

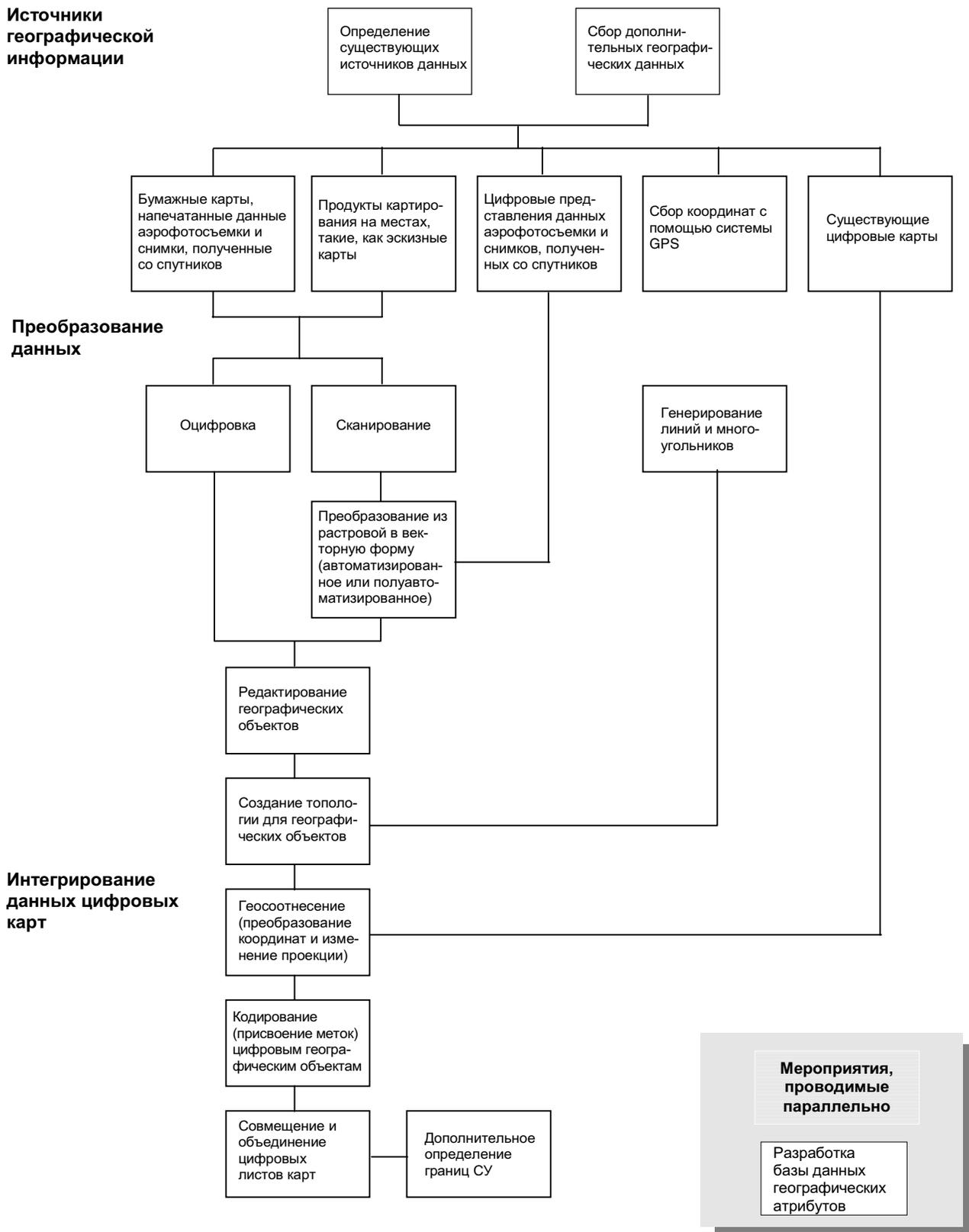


2.209. Границы и точечные местоположения географических объектов, необходимых для целей переписи, — местоположения зданий и небольших населенных пунктов, дорожная сеть, реки и вся другая информация, используемая для определения счетных участков, — должны быть вычерчены цифровыми методами по опубликованным бумажным картам, эскизным картам, данным аэрофотосъемки и снимкам, полученным со спутников. Этот процесс сопровождается оцифровкой — трассированием объектов курсором, управляемым мышью, — или сканированием с последующим преобразованием изображений в векторную форму. Несмотря на то что технология оцифровки и сканирования постоянно совершенствуется, этот этап остается наиболее утомительной частью процесса преобразования данных. После сбора данных следует этап редактирования, создания топологии базы данных ГИС и привязки всех координат в соответствующей картографической проекции (этот шаг иногда может выполняться вместе с мероприятиями по оцифровке).

2.210. В это же время необходимо внедрять в ГИС существующие цифровые базы данных, например продукты, созданные другими государственными учреждениями, и координаты, собранные на местах с использованием глобальных систем определения местоположения. Может потребоваться конвертирование координат GPS из точечных местоположений в линии и границы, представляющие линейные и многоугольные объекты, такие, как дороги или городские кварталы. После присоединения кодов атрибутов ко всем объектам базы данных листы цифровой карты, созданные отдельно друг от друга, могут быть объединены для организации единой базы данных целого региона. В зависимости от масштаба мероприятий по картированию полная база данных включает основные физические объекты, ориентиры, инфраструктуру, населенные пункты и отдельные здания. На основе этой информации персонал, осуществляющий перепись, может очертить счетные участки в интерактивном режиме, используя базовую географическую информацию в качестве фоновой основы.

2.211. На протяжении всего процесса формирования данных организация, проводящая перепись, в качестве параллельных мероприятий должна вести список всех административных областей и счетных участков, которые определены в базе данных. Этот компьютеризованный список имеет вид таблицы географических атрибутов и будет присоединен к созданной базе данных ГИС.

Рисунок II.16. Этапы разработки ГИС-базы данных переписи



2.212. Блок-схема, представленная на рисунке П.16, является одним из многих вариантов последовательности выполнения преобразований данных. В частности, границы СУ могут очерчиваться в рамках нескольких этапов процесса. Например, сканированные и геосоотнесенные данные аэрофотосъемки обеспечивают достаточной информацией для того, чтобы оператор мог начертить цифровые границы СУ на экране, используя данные аэрофотосъемки в качестве фона. Границы СУ могут также быть проведены от руки на соответствующих бумажных картах и оцифрованы вместе с прочей информацией, извлекаемой из этого бумажного источника данных. Другие шаги также могут выполняться в различном порядке. Например, большинство пакетов ГИС поддерживают геосоотнесение в начале процесса оцифровки, делая таким образом дополнительный этап на поздней стадии ненужным.

2.213. Независимо от выбранного порядка действий организация, проводящая перепись, должна оценить их осуществимость путем проведения опытного обследования. Такое обследование, как правило, включает проверку методологии на небольшом участке выборки. Опытное обследование позволит на самом раннем этапе выявить возможные проблемы, с тем чтобы можно было внести небольшие изменения в технологию и процедуры, серьезно модернизировать или, в худшем случае, отказаться от них. Полученная в ходе опытного обследования информация будет использоваться также при планировании и составлении бюджета, поскольку она даст возможность лучше оценить требования к персоналу и оборудованию, а также определить количество времени, необходимое для выполнения всех мероприятий.

2.214. Опытный участок должен быть репрезентативным в отношении как можно большего числа регионов в стране. Другими словами, он должен включать максимально разнообразные условия, охватывать как сельские, так и городские зоны, регионы с характерными схемами населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья и зоны густой растительности или иные объекты, затрудняющие сбор данных на местах.

2.215. Поставщики программного и аппаратного обеспечения ГИС часто готовы оказать содействие в проведении опытного обследования, поскольку они рассчитывают на прибыль от продажи своих продуктов в случае, если докажут их пригодность для целей проекта картирования переписи. Поставщики также предоставляют данные эталонного тестирования, которые важны для приложений, требующих значительных вычислительных ресурсов (например, производство больших объемов карт и доступ к базам данных). Некоторые методы могут быть легко опробованы на части территории страны. Например, приемники глобальной системы определения местоположения имеют невысокую стоимость, и персонал, участвующий в проведении переписи, может

выполнить оценку процедур сбора данных на местах. Однако получение цифровых представлений данных аэрофотосъемки для небольшого участка опытного обследования может оказаться весьма дорогостоящим. В этом случае можно использовать ранее созданные продукты или набор данных аэрофотосъемки страны с аналогичными характеристиками.

2. *Источники картографических данных для картирования счетных участков (сбор вторичных данных)*

а) Типы требуемых карт

2.216. Практически во всех случаях картографическая программа переписи требует использования существующих бумажных карт для создания цифровой картографической базы данных или для обновления имеющейся базы данных ГИС. Персонал географического отделения организации, проводящей перепись, должен собрать все действующие карты территории страны, включая следующие типы карт (см. также BUCEN, 1978, глава 2):

- Обзорные национальные карты, как правило, масштаба от 1:250 000 до 1:5 000 000 в зависимости от размера страны. На этих картах представлены крупные административные единицы, места расположения городских зон и основные объекты, такие, как важнейшие дороги, реки, озера, возвышенности и специальные опорные точки. Эти карты используются для планирования.
- Топографические карты крупного и среднего масштаба. Наличие карт таких масштабов зависит от страны (см. Boehme, 1991; и Larsgaard, 1993). В некоторых странах имеется полный набор серийных карт в масштабах 1:25 000 или 1:50 000, в других странах наиболее полные серии карт выполняются в масштабе 1:100 000 или 1:250 000.
- Крупномасштабные карты населенных пунктов и городов, на которых показаны дороги, городские кварталы, парки и т. д.
- Карты административных единиц на всех уровнях административного деления.
- Тематические карты, представляющие распределение населения по данным предыдущей переписи, или иные характеристики, которые могут быть полезны для картирования переписи.

2.217. Для включения в базу данных ГИС эти карты в идеальном случае должны сопровождаться всеобъемлющей документацией. Сюда относится базовая географическая информация, в том числе масштаб карты, проекция и картографический базис, дата составления

карты, учреждение-составитель и полная легенда. Однако можно использовать и карты, не имеющие должной географической поддержки, если на них отображена информация, полезная для картирования переписи. В таких случаях довод о пользе наличия дополнительной информации зачастую перевешивает сомнения, связанные с ресурсами, необходимыми для включения такой информации в базу данных ГИС, и проблемами точности в отношении любого такого продукта.

b) Каталогизация существующих источников

2.218. Все полученные карты должны быть подробно описаны и упорядочены в соответствии с организацией программы картирования переписи, то есть по регионам или районам переписи. В публикации BUCEN (1978, глава 6) приводится анализ каталогов и рассматривается создание библиотеки карт.

2.219. Помимо источников в виде бумажных карт все более доступными становятся цифровые карты. Безусловно, цифровые карты имеют преимущества, связанные с простотой их обработки и адаптации к задачам картирования переписи. Однако на практике не всегда все так просто. Если отсутствует документация, часто невозможно определить верную проекцию, а также трудно оценить качество данных. По вопросу о предоставлении полезных для практики бумажных или цифровых карт следует обратиться в следующие управления и агентства:

- Национальный географический институт/управление картографии. Это ведущее учреждение страны, занимающееся вопросами картирования. В некоторых странах, однако, управления картографии не располагают достаточными ресурсами для производства топографических карт крупных масштабов или для преобразования карт в цифровые базы данных.
- Военные картографические службы. В ряде стран главная картографическая организация является частью военной системы. Аэрофотосъемка и интерпретация данных дистанционного зондирования, как правило, относятся к сильным сторонам военных картографических организаций.
- Органы управления областей, районов и муниципальные власти. Местные органы управления все в большей степени используют ГИС для обработки и планирования информации о транспорте, социальных и коммунальных службах.
- Различные государственные или частные организации, работающие с пространственными данными:
 - организации, ведущие геологические и гидрологические исследования;

- органы охраны окружающей среды;
- транспортные управления;
- компании коммунального сектора и связи;
- учреждения по правам землевладения;
- донорская деятельность. Мероприятия на уровне крупных проектов, осуществляемые многонациональными или двусторонними организациями в рамках оказания помощи, иногда включают элементы картирования. Такие проекты часто располагают средствами для приобретения и анализа данных дистанционного зондирования или аэрофотосъемки, что может оказаться весьма полезным для управления картографии.

c) Импортирование существующих цифровых данных

2.220. Во многих случаях наиболее простой формой преобразования цифровых пространственных данных является прямое импортирование цифровых данных. К сожалению, в настоящее время не существует универсального стандарта, поддерживающего передачу пространственных данных. Вследствие этого передача данных базируется в основном на обмене данными в файлах собственных форматов с использованием функции импорта/экспорта коммерческих пакетов ГИС.

2.221. Все программные системы обеспечивают связи с иными форматами, но количество и функциональные возможности подпрограмм импортирования зависят от конкретных пакетов. Проблемы зачастую возникают из-за того, что разработчики программных средств неохотно публикуют точные описания форматов файлов, которые используются в производимых ими системах. Для определения точных форматов файлов конкуренты используют анализ программ, с тем чтобы обеспечить своим клиентам возможность импорта внешних файлов. В результате этого подпрограммы импортирования часто работают нестабильно и допускают потерю некоторой части информации, содержащейся в исходных файлах данных. В некоторых случаях возможно правильнее воспользоваться промежуточным форматом данных, вместо того чтобы пытаться напрямую импортировать файл из другого пакета. Например, формат обмена для чертежей пакета Autocad (DXF) поддерживается большинством пакетов ГИС и имеет подробное описание. Поэтому функции экспорта и импорта DXF файлов других коммерческих пакетов, как правило, работают достаточно надежно.

2.222. Количество проблем можно сократить, если картографическое управление переписи эксплуатирует широко используемый интегрированный пакет ГИС. Мощные системы чаще обеспечивают поддержку функ-

ции импорта для большого числа форматов обмена. Также более вероятно, что другие производители данных смогут предоставить данные в собственном формате пакета ГИС. Возможности импортирования являются важным критерием выбора программного обеспечения ГИС. Еще одним вариантом является использование пакета преобразования третьей стороны.

2.223. Кроме проблем, связанных с преобразованием файлов данных из одного формата в другой, наиболее часто возникающие трудности использования существующих цифровых данных связаны с неполнотой или отсутствием метаданных. Не имея такой информации, сложно оценить качество цифровых данных. Что еще хуже, отсутствие информации о географической базе может сделать невозможным преобразование данных из внешней системы координат множества данных в систему, используемую учреждением переписи. Аналогично отсутствие перечня кодов или словаря данных усложнит интерпретацию географических атрибутов и атрибутов данных, входящих в таблицы атрибутов множества данных ГИС. Если данные получены из внешнего источника, учреждение переписи должно настаивать на предоставлении подробной документации.

2.224. Другие возможные проблемы, которые, вероятно, придется решать, включают различия в определениях и схемах кодирования, использование разных картографических систем, несовместимость пространственных масштабов и разные стандарты точности, которые могут привести к необходимости перемещения объектов для согласования двух баз данных. Разрешение указанных проблем в целях обеспечения полного использования существующих цифровых карт может потребовать выполнения значительных по объему работ и редактирования.

3. *Сбор дополнительных географических данных (сбор первичных данных)*

а) Обзор средств сбора данных на местах

2.225. Несмотря на появление таких технологий, как глобальные системы определения местоположения, для картографических работ переписи продолжают применяться традиционные методы сбора данных на местах. Часто требуется обновление карт силами квалифицированного картографического персонала переписи на местах. Сюда может входить подготовка эскизных карт, которые затем будут геокодированы с использованием информации, полученной по системе GPS. Традиционные методы работы на местах применительно к задачам переписи подробно разобраны в публикации BUCEN (1978, глава 5) и поэтому в настоящем *Руководстве* не рассматриваются.

б) Глобальные системы определения местоположения

2.226. В течение последних лет технология GPS произвела революционное преобразование картирования на местах. По мере удешевления устройств, методы GPS были внедрены во множество различных областей. Самые многочисленные группы пользователей сложились в отраслях управления коммунальным хозяйством, наблюдения и навигации. Система GPS позволяет также усовершенствовать процессы исследований на местах в таких областях, как биология, лесоводство и геология, получает все более широкое применение в эпидемиологических обследованиях и обследованиях населения. GPS становится основным инструментом выполнения картографических работ переписи.

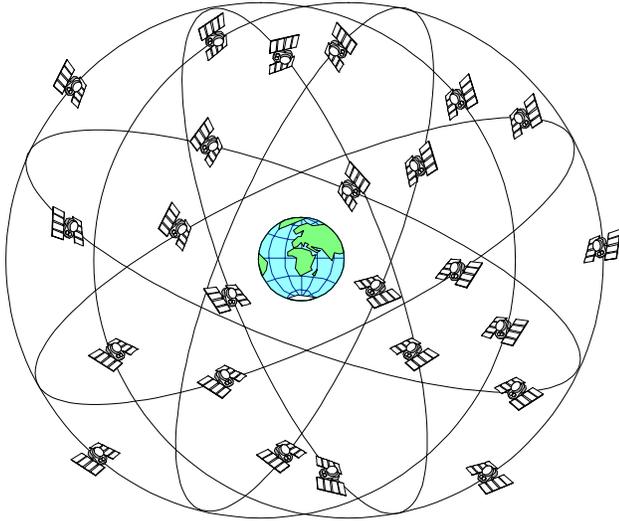
2.227. Большая часть рассмотренного ниже материала относится к системе, созданной в Соединенных Штатах Америки и определяемой общим названием GPS. Это наиболее широко используемая система, для которой существует огромный рынок устройств и услуг в области наблюдения. Вторая существующая система определения местоположения — российская система ГЛОНАСС — рассматривается ниже.

і. Принцип работы глобальных систем определения местоположения

2.228. Приемники системы GPS ведут прием сигналов, передаваемых спутниковой сетью, состоящей из 24 спутников, из которых 21 рабочий и три резервных (см. рисунок II.17; см. Leick, 1995; French, 1996; Schmidt, 1996; Kennedy, 1996; и Dana, 1997). Управление этой сетью, имеющей название NAVSTAR, осуществляет Министерство обороны США. Спутники вращаются вокруг Земли в шести орбитальных плоскостях на высоте около 20 тыс. км. В любой момент времени от пяти до восьми спутников GPS находятся в «зоне видимости» пользователя, находящегося на земной поверхности.

2.229. Местоположение на земной поверхности определяется путем замера расстояния от нескольких спутников. И спутник GPS, и приемник вырабатывают точно синхронизированный сигнал (так называемый псевдослучайный код). Синхронизация обеспечивается за счет высокоточных часов на спутнике и приемнике. Приемник может измерить интервал времени между внутренним сигналом и сигналом, полученным со спутника. Этот интервал характеризует время прохождения сигнала от спутника до приемника. Поскольку скорость сигнала равняется скорости света, для определения расстояния необходимо просто умножить полученный временной интервал на скорость света.

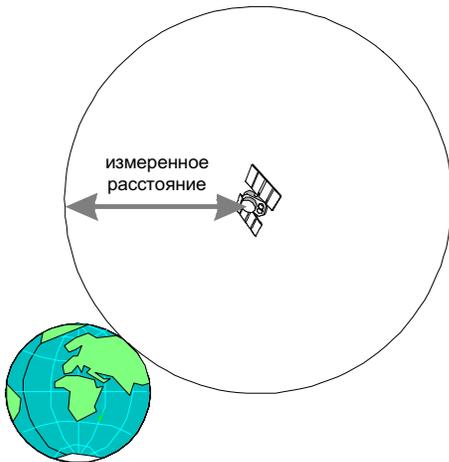
Рисунок II.17. Глобальная система определения местоположения



2.230. Имея значения расстояния от нескольких спутников, местоположение можно определить путем трилатерации. Поскольку сложно представить графически три измерения, нижеследующие рисунки иллюстрируют этот принцип в упрощенной форме в двух измерениях. На первом рисунке (рисунок II.18 а.) мы видим только один спутник над земной поверхностью. Окружность вокруг спутника имеет радиус, соответствующий измеренному расстоянию между пользователем GPS и спутником. На данном этапе нам, конечно, неизвестно точно, в каком месте окружности мы находимся.

Рисунок II.18. Принцип определения координат местоположения с помощью GPS

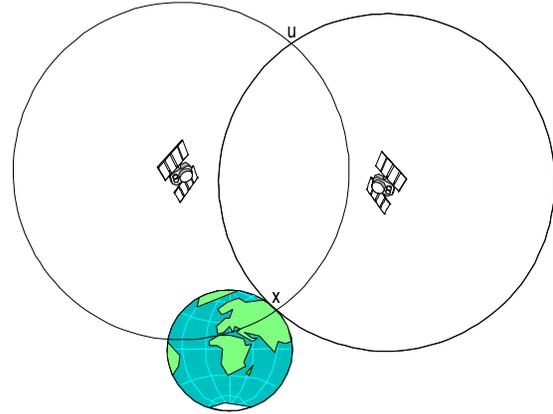
а.



2.231. Получив значение расстояния со второго спутника, мы можем уточнить наше местоположение до

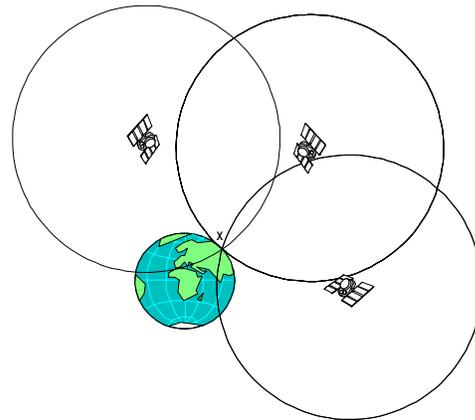
двух точек, x и y , в которых пересекаются две окружности. Как правило, этих двух значений измерений достаточно, так как одна из возможных позиций будет скорее всего слишком нереалистичной.

б.



2.232. Однако для подтверждения точности местоположения нам необходимо получить значение расстояния от третьего спутника. Окружности вокруг всех трех спутников пересекаются в единственной точке, которая и является нашим истинным местоположением.

с.



2.233. Реальный мир имеет три измерения. По значению расстояния только от одного спутника нашим местоположением может быть любая точка сферы, окружающей спутник. По двум значениям расстояния мы можем равновероятно находиться в любой точке окружности, образуемой пересечением двух сфер. И наконец, сфера, окружающая третий спутник, пересекает эту окружность в двух точках. Опять-таки только одна из них, как правило, имеет реалистичный характер. Однако для уточнения оценки местоположения применя-

ется четвертое измерение. Это четвертое измерение помогает также осуществить корректировку любой неточности внутренних часов приемника. Спутниковые атомные часы, напротив, отличаются очень высокой точностью.

ii. *Точность глобальной системы определения местоположения*

2.234. Недорогие приемники системы GPS могут обеспечить приемлемую точность информации о широте, долготе и высоте местоположения пользователя в любой точке мира в любое время. По данным поставщиков недорогих GPS для гражданского применения, местоположение определяется с точностью в пределах от 15 до 100 метров. Согласно более точной спецификации Министерства обороны США в 95 процентах случаев местоположение определяется с точностью до 100 метров и в 50 процентах — с точностью до 40 метров. На практике обычно достигается точность от 30 до 50 метров. Информация о высоте менее надежна по сравнению со значениями долготы и широты. Здесь точность составляет около 80 метров.

2.235. Точность зависит от нескольких факторов. Одним из них является количество и расположение спутников. В идеальном случае они имеют широкий разброс в небе, что обеспечивает наилучшие геометрические вычисления. Работники на местах могут определять оптимальные периоды сбора данных по календарю, в котором публикуется подробный график для всех спутников GPS. Дополнительными источниками погрешности являются атмосферные возмущения, которые влияют на сигнал при его прохождении через атмосферу; вторичные излучения сигнала за счет отражения от зданий и других твердых тел вызывают так называемые ошибки за счет многолучевого распространения. Такие ошибки создают более или менее хаотический шум — случайные кратковременные отклонения местоположения (Lang, 1997).

2.236. Однако такие ошибки увеличивают общую ошибку стандартных приемников GPS только примерно на четверть. Источником более существенных ошибок является так называемый селективный доступ. Для предотвращения использования высокоточной GPS недружественными странами Министерство обороны США преднамеренно вносит в сигнал шумы. Доступ к верной информации имеют только военные службы. В течение нескольких ближайших лет планируется осуществить ликвидацию селективного доступа, поскольку, как поясняется ниже, она компенсируется различными методами повышения точности сигнала GPS. Но и в отсутствие селективного доступа точность определения координат с помощью GPS не будет абсолютной.

2.237. Повторное считывание значений координат GPS необязательно улучшает точность определения координат. Причинами этого является то, что вводимая селективным доступом ошибка вызывает неслучайные отклонения от истинной позиции, и то, что большинство систем используют некую форму усреднения повторных измерений, что уменьшает дисперсию значений измеренного местоположения. Выключение и включение GPS после каждого измерения обеспечит более высокую точность (см. Lang, 1997). Для обеспечения наиболее точного определения местоположения следует усреднять получаемые значения координат в течение длительного периода времени, то есть в течение более 24 часов. На практике существуют более удачные методы повышения точности определения координат GPS.

iii. *Дифференциальные глобальные системы определения местоположения*

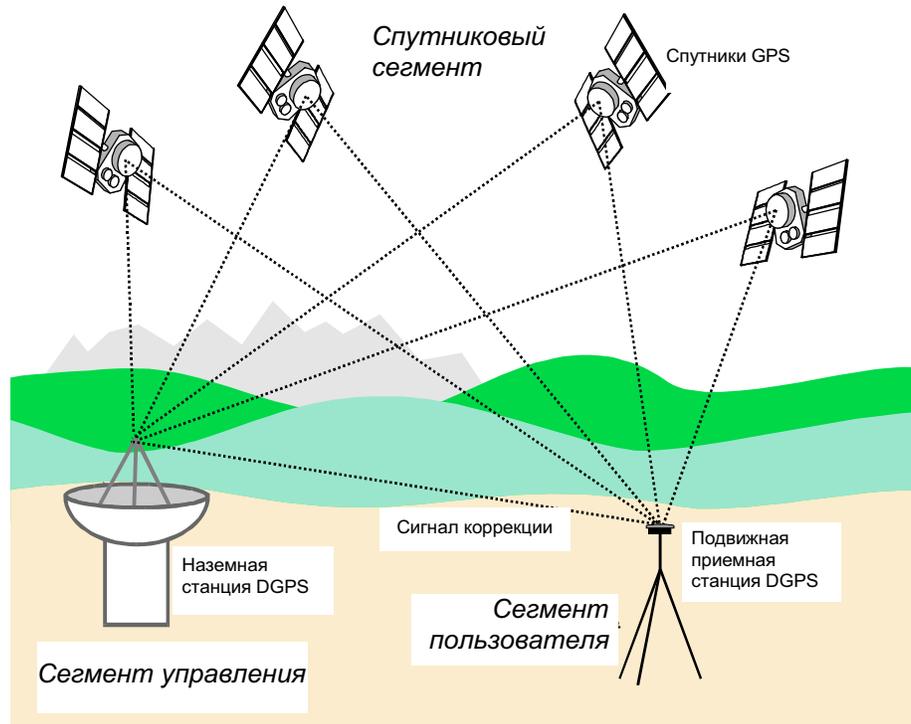
2.238. В тех случаях когда требуется очень высокая точность, используются дифференциальные глобальные системы определения местоположения (DGPS), учитывающие корректирующую информацию, передаваемую имеющей точно известные координаты базовой станцией, для корректировки сигналов спутника. Сигналы, получаемые базовой станцией DGPS и подвижным приемником GPS, подвержены действиям одних и тех же ошибок. Значит, базовая станция DGPS может определять разницу между вычисленными и известными характеристиками своего положения и посылать эту информацию подвижному приемнику (см. рисунок П.19). Точность, которая может быть обеспечена за счет DGPS, зависит от самой системы и процедуры сбора координат. Имея вполне доступные по стоимости аппаратные средства за короткие периоды сбора можно обеспечить точность примерно от 3 до 10 метров. Более дорогие системы и более длительные периоды сбора данных по каждому координатному значению могут повысить точность до долей метра.

2.239. Существует ряд методов выполнения коррекции GPS в реальном масштабе времени. В настоящее время государственные учреждения во многих странах устанавливают базовые станции DGPS, которые ведут непрерывное излучение корректирующей информации. Такие станции располагаются обычно рядом с береговыми зонами, откуда они поддерживают морскую навигацию. Иногда установку относительно недорогих базовых станций DGPS выполняют группы пользователей, например занятые в земледелии. Кроме того, некоторые портативные дорогие устройства GPS, стоимость которых составляет несколько тысяч долларов, могут быть преобразованы в базовые станции DGPS, которые будут осуществлять излучение корректирующей информации. Пользователь должен найти точно известное

местоположение, вблизи которого затем будет обеспечено точное картирование. Наконец, корректирующая информация распространяется также геостационарными спутниками, например для целей авиационной навига-

ции. В будущем эти возможности DGPS скорее всего станут доступными для среднего пользователя, так что информацию коррекции DGPS можно будет получать в любом месте и в любое время.

Рисунок П.19. Дифференциальные глобальные системы определения местоположения



2.240. Обработка координат GPS часто является менее сложной и более дешевой процедурой. Пользователь собирает координаты с помощью стандартного приемника GPS. В памяти приемника для каждого значения координат сохраняются данные о времени сбора и используемых спутниках. Вернувшись в свое отделение, пользователь может загрузить корректирующую информацию для этого периода времени и ввести поправочные коэффициенты для всех собранных значений координат. Файлы данных коррекции можно получить в различных коммерческих и государственных источниках во многих странах. Если такая информация недоступна из вторичного источника, можно установить базовую станцию DGPS в некоторой точке в центре территории. Для поддержки картирования переписи, например, станция DGPS может быть установлена в столице, так чтобы собираемые на местах с помощью недорогих стандартных приемников значения координат могли быть подвергнуты посткоррекции позже. В более крупных странах может потребоваться установка нескольких базовых станций.

iv. *Глобальная орбитальная спутниковая навигационная система*

2.241. Аналогом GPS является российская система ГЛОНАСС, руководство которой осуществляется Министерством обороны Российской Федерации. Эта система также базируется на 24 действующих спутниках, которые вращаются вокруг Земли в трех орбитальных плоскостях (в противоположность шести GPS). Характеристики обеих систем весьма схожи. Единственное различие заключается в том, что ГЛОНАСС не имеет селективного доступа для гражданских пользователей, что означает более высокую, по сравнению с GPS, точность позиционирования в автономном (то есть недифференциальном) режиме. Хотя проект ГЛОНАСС был запущен в 1982 году, полностью спутниковая сеть была организована только в начале 1996 года. После этого график запуска новых спутников был нарушен, и сейчас вследствие нескольких их потерь количество используемых спутников колеблется между 11 и 16.

2.242. Специализированные приемники ГЛОНАСС не имеют широкого применения. Однако несколько научных исследовательских институтов и частных компаний разработали системы определения местоположения, которые используют в сочетании сигналы обеих систем — GPS и ГЛОНАСС. Использование двух систем означает, что в любое время и в любом месте в зоне видимости пользователя находится большее количество спутников, чем если бы применялась только одна система. Это имеет особенное значение в тех зонах, где часть небосклона закрыта, таких, как улицы в городах, гористая местность или участки, находящиеся под деревьями. Таблица II.3 иллюстрирует повышение точности определения местоположения при сочетании GPS и ГЛОНАСС по сравнению с использованием только GPS с селективным доступом. Несмотря на то что, по оценкам, улучшение по сравнению с самой ГЛОНАСС незначительно, тот факт, что в настоящее время в состоянии готовности находится сокращенное число спутников ГЛОНАСС, означает, что комбинированная система будет выдавать более надежные результаты.

Таблица II.3. Точность определения местоположения GPS и ГЛОНАСС

	Горизонтальная ошибка (метры)		Вертикальная ошибка (метры)
	(50%)	(95%)	(95%)
GPS (селективный доступ отключен)	6	18	34
GPS (селективный доступ включен)	25	72	135
ГЛОНАСС	7–10	26	45
GPS и ГЛОНАСС	9	20	38

(Источник: Misra, 1993 и Hall and others 1997.)

v. *Выбор приемника глобальных систем определения местоположения*

2.243. Имеющиеся в продаже приемники GPS весьма различаются по цене и свойствам. Точность определения местоположения указывается в технической спецификации. Чем мощнее приемник, тем он дороже. Пользователю следует решить, оправдывает ли повышенная точность дополнительную стоимость. Для многих приложений картирования вполне достаточно точности стандартных систем. Приемники также различаются по таким параметрам, как удобство пользования, возможности отслеживания, которые применяются для навигации — многие приемники могут строить простые карты, — и какие проекции карт и системы географической привязки они поддерживают. Дополнительными качествами, рассматриваемыми при выборе приемни-

ков GPS, являются надежность блоков, потребляемая мощность (вследствие дороговизны батарей используются адаптеры к автомобильным прикуривателям), емкость памяти для хранения координат и простота передачи сохраненных координат в портативный или настольный компьютер.

2.244. Большинство поставщиков предлагают интегрированные продукты, в которых приемник GPS совмещается с карманным или портативным компьютером, так что собираемые координаты могут немедленно графически отображаться на экране как сами по себе, так и на цифровой базовой карте. Для целей переписи стоимость оборудования, необходимого для экипировки большого числа работников на местах, скорее всего превысит возможности проекта переписи. Дешевым альтернативным вариантом являются сохранение координат в системе и, возможно, их ручная запись на бумаге в целях дублирования.

vi. *Использование глобальных систем определения местоположения для картирования переписи*

2.245. Технология GPS, очевидно, может найти применение на любом этапе картирования, включая подготовку карт счетчиков для проведения переписи (например, Tripathi, 1995). Имея точные значения географического положения участка переписи, найденные по DGPS, можно определить границы с помощью GPS, а местоположения точечных объектов, таких, как средства обслуживания или центры сельских населенных пунктов, могут быть получены каким-либо более дешевым способом. Координаты могут быть загружены или введены вручную в систему цифрового картирования или ГИС и объединены с существующей информацией, имеющей географическую привязку.

2.246. Конкретный метод использования координат GPS при картировании переписи зависит от выбранной стратегии картирования. GPS может использоваться в точечном режиме для сбора координат, например каждого здания в сельском населенном пункте или каждого перекрестка в городе. Имеющиеся карты или схемы, составленные в ходе сбора данных, помогут в проведении последующей интерпретации координатной информации в отделении учреждения переписи. Второй способ заключается в сборе координат GPS в потоковом режиме, когда система регистрирует координаты через определенные промежутки времени. В этом случае линейные объекты регистрируются автоматически при перемещении по дороге или при проезде по ней на автомобиле или велосипеде. Это экономичный метод составления базы данных уличной или дорожной сети (см. рамку II.3. Пример Эритреи), однако в зависимости от выбранных стандартов качества данных точность получаемых в результате линий может оказаться приемлемой или недостаточной.

2.247. При использовании GPS неизбежно могут возникнуть некоторые проблемы. В плотных городских застройках возможная ошибка стандартной GPS (до 100 метров) не позволит точно определить соседние СУ. В этих случаях необходимо будет применить DGPS или же данные GPS нужно будет сравнить с информацией из дополнительных источников, таких, как опубликованные карты, данные аэрофотосъемки или даже эскизные карты, составленные в ходе работ на месте. В некоторых городах, например в городе Доха, эксплуатируются базовые станции GPS, которые обеспечивают высокую точность картирования за счет использования DGPS. Однако во многих развивающихся странах таких сетей не существует. Высокие здания и улицы, на которых имеются плотные посадки деревьев, могут затруднить прием сигналов от достаточного количества спутников, поскольку сигнал от спутника не проникает сквозь сплошные объекты. Опытный сборщик данных, тем не менее, может получить информацию о координатах, выйдя на открытое место, а затем пересчитать полученные координаты.

vii. *Интегрированные системы картирования на местах*

2.248. В настоящее время сбор данных на местах в коммунальном секторе и другие приложения картирования в значительной степени построены на использовании ГИС. Во многих таких приложениях ГИС совмещается с портативным компьютером или персональным цифровым секретарем. Собранные координаты немедленно отображаются на экране портативного компьютера. Если имеется цифровая базовая карта, координаты могут отображаться поверх этой карты. Персонал на местах может добавить любую требуемую информацию об атрибутах и сохранить эти данные в базе данных ГИС. Затем такая ГИС-информация может быть введена в ГИС на рабочем месте в учреждении. Учитывая, что стоимость портативных компьютеров и других переносных вычислительных устройств постоянно снижается, интегрированные системы картирования на мес-

тах могут вскоре стать основным инструментом сбора данных на местах для целей переписи. Точно так же и приемники GPS становятся все более компактными и дешевыми. На момент написания этих строк появилось сообщение о первом приемнике GPS, вмонтированном в наручные часы. Весьма вероятно, что оборудованием GPS будут оснащаться автомобили и электронные приборы.

viii. *Резюме: достоинства и недостатки глобальных систем определения местоположения*

2.249. К достоинствам GPS относятся:

- Весьма невысокая стоимость, простота использования для сбора данных на местах. Для полноценной эксплуатации современных устройств достаточно небольшой подготовки.
- Собранные данные могут быть непосредственно считаны в базы данных ГИС, что исключает промежуточные этапы ввода или преобразования данных.
- Возможность использования в любой точке планеты.
- Достаточный уровень точности для многих приложений картирования переписи — высокая точность достигается за счет дифференциальной коррекции.

2.250. Недостатки системы:

- Возможное искажение сигнала в районах плотной городской застройки или в лесах.
- Точность стандартной GPS может оказаться недостаточной в городских зонах и для сбора данных по линейным объектам, что делает необходимым применение дифференциальных методов.
- DGPS имеет более высокую стоимость, требует большего количества времени для сбора данных на местах и более сложную постобработку для получения достоверной информации.
- Для сбора данных потребуется большое количество терминалов GPS на короткий период времени.

Рамка П.3. Картирование переписи в Эритрее

2.251. Для переписи 2000 года в Эритрее при подготовке карт счетчиков широко использовалась система GPS (см. материалы Национального статистического управления Эритреи: Eritrea National Statistical Office, 1996). При взаимодействии с экспертами Статистического управления Канады Национальное статистическое управление приняло решение о проведении картирования переписи цифровым методом. Базовые объекты, такие как гидрография транспортной сети, возвышенности и горные кряжи, были оцифрованы вручную по имеющимся картам масштаба 1:100 000. Поскольку не существовало достоверных карт сельских и городских населенных пунктов, для сбора координат по каждому сельскому населенному пункту, который составляет только один СУ (менее 100 домохозяйств), использовалась GPS.

2.252. Для получения информации о более крупных сельских и городских населенных пунктах персонал переписи на местах использовал GPS в потоковом режиме, перемещаясь по центральной линии всех дорог и улиц населенного пункта с терминалом, который автоматически регистрировал местоположение через равные промежутки времени. В то же время вручную составлялись базовые эскизные карты, которые послужили для привязки жилых единиц к картируемым кварталам сельского населенного пункта.

2.253. Для облегчения последующего понимания счетчиками карт СУ также регистрировались местоположения наземных ориентиров населенного пункта (культовые сооружения, школы и т. д.). Это было сделано путем сбора координатной информации на улицах рядом с наземным ориентиром с отметкой расстояния и направления от данной точки до ориентира. В более крупных городских пунктах кварталы регистрировались с помощью терминала GPS, установленного на транспортном средстве и работающего в потоковом режиме.

2.254. Картографический персонал переписи на местах использовал для сбора координат стандартные недорогие приемники GPS. Получаемая информация в конце каждого рабочего дня дублировалась в памяти недорогих портативных компьютеров и на дискетах. В ходе работы трудности вызвала зарядка батарей GPS в удаленных местностях. Все показания GPS подвергались последующей корректировке на основании информации, полученной базовой станцией, расположенной на крыше Национального статистического управления. Размещение базовой станции в штаб-квартире учреждения переписи имело ряд преимуществ. Таким образом был организован фиксированный, постоянный и проверенный источник корректирующей информации. Его непрерывная работа поддерживалась надежным источником электропитания, а размещение на крыше здания означало контролируемую и надежную эксплуатационную среду. Размещение базовой станции на расстоянии в несколько сотен километров от некоторых пунктов проведения работ на местах с точки зрения задач переписи не привело к серьезным ошибкам, хотя для страны, имеющей более крупные размеры, может быть, потребовалась бы установка нескольких базовых станций.

2.255. Интересно, что координаты GPS некоторых сельских населенных пунктов выявили несоответствия в административной структуре страны. Некоторые пункты оказались выведенными за границы административных единиц, к которым они были приписаны. Эти проблемы подчеркнули важность тесного сотрудничества между учреждением переписи и местными административными структурами. Такое сотрудничество необходимо также и для того, чтобы до производства окончательных карт СУ сотрудники местных администраций просматривали все карты, составленные учреждением переписи.

Источник: Larry Li, Statistics Canada, по материалам частных сообщений.

с) Аэрофотосъемка

i. *Общая характеристика аэрофотосъемки*

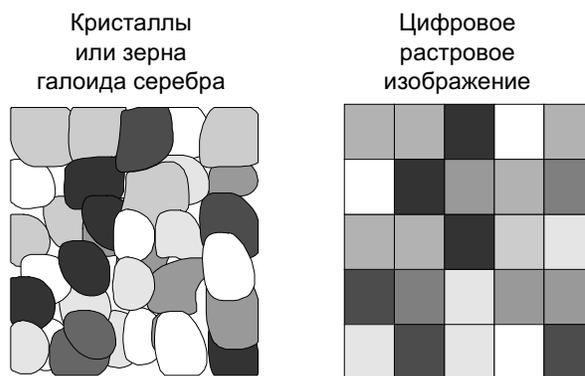
2.256. Метод аэрофотосъемки применяется для картографических приложений, которые требуют высокой точности и быстрого выполнения поставленных задач (Falkner, 1994). Фотограмметрия — метод измерений по фотографическим снимкам — используется для создания и обновления топографических базовых карт и для проведения сельскохозяйственных обследований и обследований почв, а также для многих аспектов городского и регионального планирования. В проектах переписи также часто применяются аэрофотографические обследования для быстрого составления карт областей, современные карты которых отсутствуют или которые сложно обследовать традиционными методами работ на местах. Аэрофотосъемка, выполненная незадолго до переписи, дает наиболее полную базу для разделения на участки переписи в течение достаточно короткого периода времени.

2.257. Аэрофотосъемка для целей картирования начала применяться вскоре после появления самолетов. В самом начале использовались обычные камеры. Однако вскоре на специально приспособленных самолетах, где в отверстиях, сделанных в полу самолета, возможно размещение фотооборудования, направленного строго вниз на землю, начали устанавливать специально сконструированные фотосистемы, которые минимизировали геометрические погрешности. Оборудование для интерпретации аэрофотоснимков и для преобразования информации, полученной из таких снимков, в карты очень быстро усложняется и совершенствуется. Например, интерпретация стереопары изображений стала основным методом производства карт контуров возвышенностей. Подробное описание традиционных методов интерпретации аэрофотоснимков представлено в «Руководстве по картированию переписи» (публикация BUCEN, 1978). Поэтому нижеследующие разделы посвящены только описанию некоторых последних новшеств в компьютерных методах аэрофотосъемки.

2.258. Аэрофотосъемка выполняется с применением специализированных фотокамер, расположенных на борту низколетящего самолета (Michael, 1997). Фотокамера фиксирует изображения на фотографическую пленку. По сравнению с цифровыми системами зондирования в настоящее время пленка все еще обеспечивает более высокую разрешающую способность (то есть возможность различать мелкие детали). Принимая во внимание быстрый прогресс в области цифрового формирования изображений, эта ситуация в недалеком бу-

дущем, безусловно, изменится. Как правило, конечным продуктом процесса аэрофотосъемки являются напечатанные фотоснимки земных участков. Аэрофотографическое обследование планируется с перекрытием снимков от 30 до 60 процентов. Фотограмметрист может скомбинировать эти снимки и составить бесшовный фотоплан целого региона. Напечатанные фотопланы аэрофотосъемки могут использоваться так же, как и карты. Они могут аннотироваться, обеспечивая таким образом базу для работ на местах и позволяя выполнить оцифровку объектов для создания или дополнения баз данных ГИС.

2.259. Черно-белая фотографическая пленка, например, состоит из слоя желатина, в который вкраплены мельчайшие светочувствительные кристаллы галоида серебра. Эти кристаллы или зерна неодинаковы по форме и по размеру. Сканированное изображение, наоборот, представляет правильную матрицу пикселей (единиц изображения).

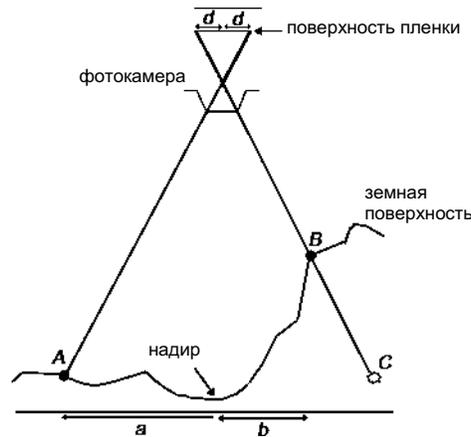
Рисунок П.20. Фотографическая пленка в сравнении со сканированным изображением

2.260. Аэрофотоснимки аналогичны картам в том, что они представляют вид сверху объектов на земной поверхности. Фотоснимки отличаются от карт тем, что показывают только реально видимые на Земле объекты. Естественно, отсутствуют искусственные границы, тематическая информация и аннотация. Без последующей обработки аэрофотоснимки не обеспечивают геометрической точности карты. Угол установки фотокамеры и неровности земной поверхности искажают аэрофотоснимок. Вследствие этого необходима дополнительная обработка в целях создания так называемых ортофотографических карт, в которых геометрическая точность топографической карты сочетается с высоким разрешением фотоснимка (см. рамку П.4).

Рамка П.4. Создание цифровых ортофотографических карт

2.261. Для создания карты в виде цифрового ортофотоснимка необходимо убрать искажения изображения, вызванные углом наклона фотокамеры и неровностями земной поверхности. Искажения, вносимые неровностями, показаны на рисунке П.21 (Jones, 1997). Фотография представляет перспективную проекцию поверхности Земли. Точка В имеет большую высоту по сравнению с точкой А. На самом деле точка В находится на расстоянии b от надира, нижней по вертикали точки центра перспективы линзы фотокамеры. Однако перспективная проекция в фотокамере дает искаженное представление. Точка В оказывается в точке С и, таким образом, проецируется на то же расстояние D от центра поверхности пленки, что и точка А.

Рисунок П.21. Искажения, вносимые неровностями земной поверхности



2.262. Для коррекции искажений на аэрофотоснимке нам, следовательно, необходимо знать высотную отметку каждой точки на земной поверхности. Значения высотной отметки могут быть определены по стереопарам аэрофотоснимков. Это снимки, которые охватывают примерно одну и ту же область земной поверхности, но смещены на малое расстояние. Аналитические стереоплоттеры позволяют оператору верно соединить стереопару изображений и получить местоположение объектов в трех измерениях. Современные системы программного копировального картирования поддерживают высокую степень автоматизации соединения изображений и удаления искажений. Могут быть учтены все соответствующие параметры, такие, как угол наклона фотокамеры во время полета и искривление линз. Таким образом, оператор может извлечь из аэрофотоснимка цифровые данные, имеющие верное пространственное соотношение. Результирующие продукты включают векторные ГИС-данные, генерируемые непосредственно из аэрофотоснимка, каркасные карты, показывающие земную поверхность, или цифровые модели высотных отметок (ЦМВ) — растровое изображение, адекватное аэрофотоснимку, где значение каждого пиксела показывает высоту соответствующей точки на земной поверхности. Хотя ЦМВ не очень широко применимы для приложений картирования переписи, такие наборы данных полезны для приложений, связанных с экологией и природными ресурсами, особенно в гидрологии.

2.263. После такого процесса соединения в надлежащей географической системе и удаления искажений исходные аэрофотоснимки конвертируются в цифровые ортофотографические карты. Обычно это выполняется, в зависимости от высоты полета самолета и обработки, в картографическом масштабе от 1:2 000 до 1:20 000. Для создания баз данных бесшовных изображений целого города, региона или даже целой страны ортофотоснимки соседних областей могут быть соединены цифровым способом. Технический персонал картирования может извлечь или очертить объекты на таких ортофотографических картах путем экранной оцифровки. Или же эти карты могут просто использоваться в качестве фона для обеспечения контекста для существующих уровней данных ГИС.

ii. *Вопросы реализации и институционные вопросы*

2.264. В организациях, обрабатывающих результаты переписи населения, обычно не бывает специалистов с большим профессиональным опытом в применении фотограмметрических методов, необходимым для создания цифровых ортофотоснимков. Поэтому такие организации должны заключать соглашения о сотрудничестве с другими государственными учреждениями, прежде всего с управлением картографии или с отделом аэрофоторазведки военно-воздушных сил. С другой стороны, эта работа может быть заказана какой-нибудь коммерческой компании, производящей аэрофотосъемки. В настоящее время существует несколько действующих в международном масштабе картографических компаний, обеспечивающих заказчика самолетами, аэрофотокамерами и оборудованием для обработки данных.

2.265. Однако эти услуги не дешевы. Надо сказать, что аэрофотоснимки могут использоваться во многих других приложениях, включая планирование оказания услуг, обновление карт городов и проекты картирования земельной собственности (см., например, Ahmed, 1996; и Clarke, 1997). Распределение издержек между заинтересованными правительственными организациями и возможное участие частного сектора могут значительно уменьшить затраты организации, обрабатывающей результаты переписи населения. Там, где полный охват всей территории страны аэрофотоснимками невозможен из-за ограниченности ресурсов, аэрофотоснимки все же могут быть сделаны для некоторых конкретных территорий. Примером может служить аэрофотосъемка, проведенная статистическим управлением Гонконга для оценки численности населения, живущего на лодках (NIDI, 1996). Этот пример иллюстрирует использование таких приемов при учете населения, не поддающегося обычным методам переписи. Другими примерами являются кочевое население или беженцы, а также население, живущее в быстро растущих городских территориях или сезонно недоступных районах.

2.266. Как уже было показано в предыдущих пунктах, создание ортофотопланов требует значительных профессиональных знаний и специализированного оборудования. Использование ортофотопланов, напротив, не требует существенного дополнительного обучения. Для города, например, база данных может состоять просто из мозаики нескольких изображений, хранящихся на CD-ROM, которые могут быть показаны в виде единой картины в стандартной ГИС или в настольном картографическом пакете программ. Цифровые ортофотопланы могут быть получены в стандартных графических форматах (таких, например, как теговый формат файлов изображений TIFF). Поэтому пользователь не будет нуждаться в специализированном программном

обеспечении для обработки изображений. В действительности извлечение объектов из изображений может осуществляться любым графическим пакетом программ, но при этом будет потеряна географическая привязка информации. Эта информация, включающая размеры и реальные координаты цифровых изображений, обычно содержится в небольшом заголовочном файле. Имея эту информацию, большинство настольных картографических пакетов программ могут совмещать изображения с любыми другими наборами данных ГИС, хранящимися в такой же географической системе координат.

iii. *Использование аэрофотоснимков для составления карт, иллюстрирующих результаты переписи населения*

2.267. Ортофотопланы хорошо подходят для подсчета единиц жилья и оценки численности населения. Подсчет единиц жилья или численности населения с помощью аэрофотоснимков называется иногда исследованием по крышам. В сельской местности, где поселения ясно различимы на аэрофотоснимках, а дома не расположены очень близко друг к другу, число единиц жилья определить довольно легко. Располагая надежной оценкой средней численности домохозяйств, можно с достаточной для целей переписи точностью оценить численность населения. В городских условиях дома могут быть расположены довольно скученно. Кроме того, число семей, живущих в многоэтажных домах, с трудом поддается оценке. Несмотря на это, численность населения может быть оценена с достаточной степенью точности при наличии некоторого опыта и знаний о территории. Сотрудники, занимающиеся обработкой результатов переписи населения, могут затем устанавливать очертания границ счетных участков, включающих заданное число жилых единиц. Поскольку ортофотоснимки имеют точную географическую привязку, то границы проектируемых счетных участков также будут регистрироваться в надлежащей картографической проекции с известными параметрами. Это значит, что не нужно кропотливое геосоотнесение, обеспечивающее совместимость цифровых границ с другими данными ГИС.

2.268. Интерпретация аэрофотоснимков чаще всего основывается на визуальной интерпретации. Поэтому для учреждения, обрабатывающего результаты переписи населения, нет настоящей необходимости обучать своих специалистов по картографии сложным методам обработки изображений. Границы счетных участков могут быть очерчены на аэрофотоснимках. Кроме того, на этих аэрофотоснимках могут быть идентифицированы дополнительные географические объекты, обеспечивающие географическую привязку для

удобства счетчиков. Эти объекты могут быть выделены в диалоговом режиме на компьютере с помощью мыши или аналогичного координатно-указательного устройства (см. рисунок II.22). С другой стороны, специалисты, обрабатывающие результаты переписи населения, могут отпечатать аэрофотоснимки и оконтурить объекты на листах прозрачной пластмассовой (ацетатной или

майларовой) пленки. Затем эти листы могут быть отсканированы и векторизованы. Конечно, это приводит к дополнительному этапу обработки и вызывает лишние затраты расходных материалов, зато улучшается точность выходных продуктов [о преобразовании в цифровую форму и о сканировании см. также разделы 4 b и 4 c].

Рисунок II.22. Интерактивное определение границ счетных участков на цифровых ортофотоснимках



(Источник: MIT/MassGIS Digital Orthophoto Project <http://ortho.mit.edu>)

2.269. Ортофотопланы полезны также в качестве фона, обеспечивающего географический контекст для показа местонахождения точек, определенных с использованием системы GPS, или оцифрованных объектов, таких, например, как медицинские учреждения и транспортные сети. В дополнение к картам счетных участков счетчики могут быть снабжены печатными копиями цифровых ортофотоснимков, показывающими границы счетных участков для облегчения ориентации на порученных им территориях.

2.270. Одной из проблем, тормозящих применение этой технологии в учреждениях, обрабатывающих ре-

зультаты переписи населения, является большой объем данных, возникающий при обработке цифровых ортофотопланов высокого разрешения, снятых с обширных территорий. Для учреждений, обрабатывающих результаты переписи населения, предпочтительнее может оказаться стратегия, направленная на получение более грубых цифровых аэрофотоснимков, содержащих, однако, детали, необходимые для проведения переписи населения. Такие снимки проще обрабатывать и хранить. Цифровые ортофотоснимки часто обладают очень высоким разрешением, при котором размер пиксела на Земле выражается в сантиметрах (обычно от 5 до 30 см). Для определения границ счетных участков на город-

ских территориях достаточно огрубленных цифровых изображений ортофотоснимков с размерами пикселей от 0,5 до 2 метров.

2.271. В будущем, когда аэрофотосъемка станет полностью цифровым процессом, необходимость в производстве промежуточных печатных копий фотографий отпадет. Системы, использующие для ориентации в полете систему GPS и камеры с цифровыми кадрами, действуют уже сейчас (Bossler and Schmidley, 1997). Цифровые камеры используют матрицы приборов с зарядовой связью (ПЗС), которые могут создать изображения из 9216×9216 пикселей, обеспечивающие точность определения местоположения от 1 до 4 см. Поскольку промежуточные этапы печати фотографий и последующего сканирования отпадут, эта технология станет значительно дешевле и производительнее, чем традиционная технология, основанная на использовании фотографий. Как разрешение цифровых аэрофотокамер, так и быстродействие компьютеров будут постоянно возрастать. Поэтому в самом ближайшем будущем точная, проводимая в реальном масштабе времени и полностью цифровая аэросъемка заменит, по-видимому, традиционную аэрофотосъемку.

iv. *Резюме: преимущества и недостатки аэрофотоснимков*

2.272. Преимущества аэрофотоснимков:

- Аэрофотоснимки обеспечивают большое количество подробностей и могут интерпретироваться визуально. Информация о многих типах объектов — дорогах, реках, строениях — показывается одновременно.
- Сбор данных осуществляется быстрее, и поэтому картографические данные можно получить намного быстрее, чем с использованием наземной картографической съемки. Недавно сделанные аэрофотоснимки дают поэтому более надежную основу для картирования результатов переписи населения, чем редко обновляемые карты.
- Аэрофотоснимки могут использоваться для создания карт труднодоступных территорий или территорий, на которых проведение работ на местах затруднено или опасно.
- Создание топографических карт с использованием аэрофотосъемки может оказаться дешевле, чем составление карт, основанных на традиционных методах съемки. Однако поскольку требования, предъявляемые к точности карты, иллюстрирующей результаты переписи населения, ниже, чем требования к точности топографических карт, такие значительные затраты могут не оправдаться, если эти продукты будут использоваться исключительно для нужд переписи.

- Печатные копии аэрофотоснимков могут быть полезны при проведении работ на местах для обеспечения «более широкой картины». Сотрудники, осуществляющие работы на местах, смогут представить себе местность, охватываемую взглядом с их точки наблюдения в более широком контексте окружающей территории. Цифровые аэрофотоснимки могут быть полезны в качестве фона для представления наборов данных ГИС.

2.273. Недостатки:

- Обработка аэрофотоснимков требует дорогостоящего оборудования и специальных профессиональных знаний. Поэтому учреждения, обрабатывающие результаты переписи населения, вынуждены прибегать к посторонней помощи.
- Применение аэрофотоснимков нуждается в дополнительной информации о наименованиях объектов, которую приходится извлекать из карт, возможно устаревших. Аэрофотосъемка не обязательно отменяет необходимость работ на местах.
- Интерпретация аэрофотоснимков может быть затруднена там, где объекты скрыты под густой растительностью или облачным покровом, или там, где смежные объекты не отличаются друг от друга из-за малого контраста между ними (например, между усадьбами, построенными из природных материалов, и окружающей почвой).
- Цифровые аэрофотоснимки содержат очень большое количество цифровых данных и поэтому требуют использования довольно мощных компьютеров для демонстрации и дальнейшей обработки.

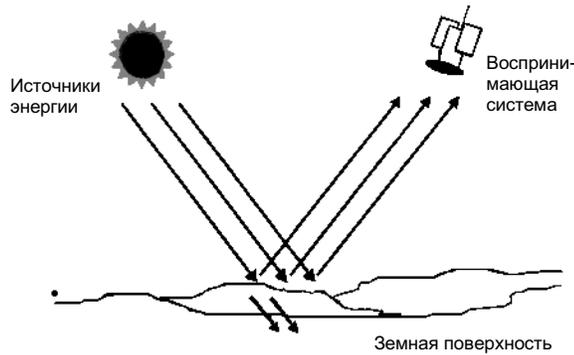
d) Дистанционный сбор данных со спутников

i. *Принципы*

2.274. Некоторые недостатки аэрофотоснимков — сравнительно небольшая площадь, охватываемая ими на Земле, и необходимость вести специальную съемку — отсутствуют у методов дистанционного сбора данных со спутников (Lillesand and Kiefer, 1994; Jensen, 1996; и Gebizlioglu and others, 1996). Изображения, получаемые с помощью ИСЗ, снимаются с космических систем, большинство которых использует так называемые пассивные оптические датчики для измерения излучения, отраженного от объектов на поверхности Земли в видимом и невидимом спектре электромагнитных волн (рисунки П.23 и П.24). Спутниковые системы не используют фотографическую пленку для записи отраженной энергии. Вместо этого они применяют электрооптическую фотодетекторную сетку — аналогичную матрице ПЗС аэрофотокамеры, — которая измеряет интенсивность электромагнитного излучения и записывает

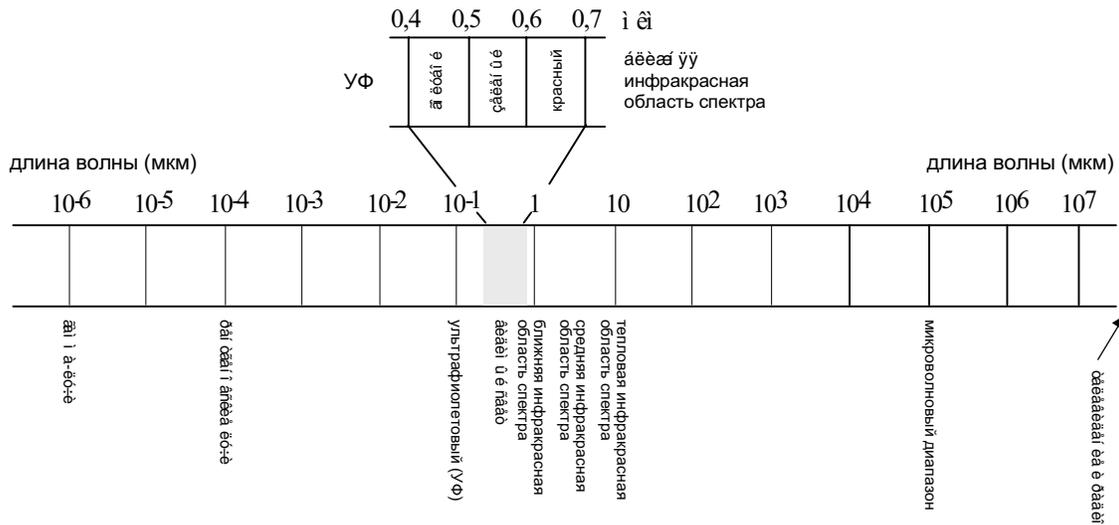
вайт ее в цифровом представлении в виде регулярного изображения из рядов и колонок.

Рисунок П.23. Процесс дистанционного сбора данных



2.275. Датчики спутника функционируют в много-спектральном или панхроматическом режиме. *Много-спектральный* режим означает, что спутник снимает несколько изображений (или полос), каждое из которых измеряет отраженную энергию в разных частях спектра электромагнитных волн, обычно в видимой и ближней инфракрасной области спектра. Возможность разделять изображения по разным спектральным полосам и комбинировать определенные полосы в анализе изображений облегчает группировку наземных объектов по их отражательным свойствам. Например, рисовые поля дают сильный сигнал в одной конкретной полосе, а застроенные территории яснее видны в другой полосе. *Панхроматические* датчики спутника регистрируют отраженную энергию в широком диапазоне спектра. Получаемые изображения похожи на черно-белые фотографии. Разрешение этих изображений обычно выше, чем разрешение многоспектральных изображений, поэтому в картографических приложениях их использование предпочтительнее.

Рисунок П.24. Спектр электромагнитных волн



2.276. Цифровые данные, полученные системами датчиков, состоят из упорядоченного ряда чисел, каждое из которых показывает уровень энергии, отраженной от соответствующего места на поверхности Земли. Спутник посылает эти данные на одну из наземных приемных станций, где они корректируются с использованием геометрических параметров и привязываются к географическим координатам. Получаемые цифровые или печатные изображения могут интерпретироваться визуально, аналогично рассмотренной выше интерпретации аэрофотоснимков. Цифровые изображения, по-

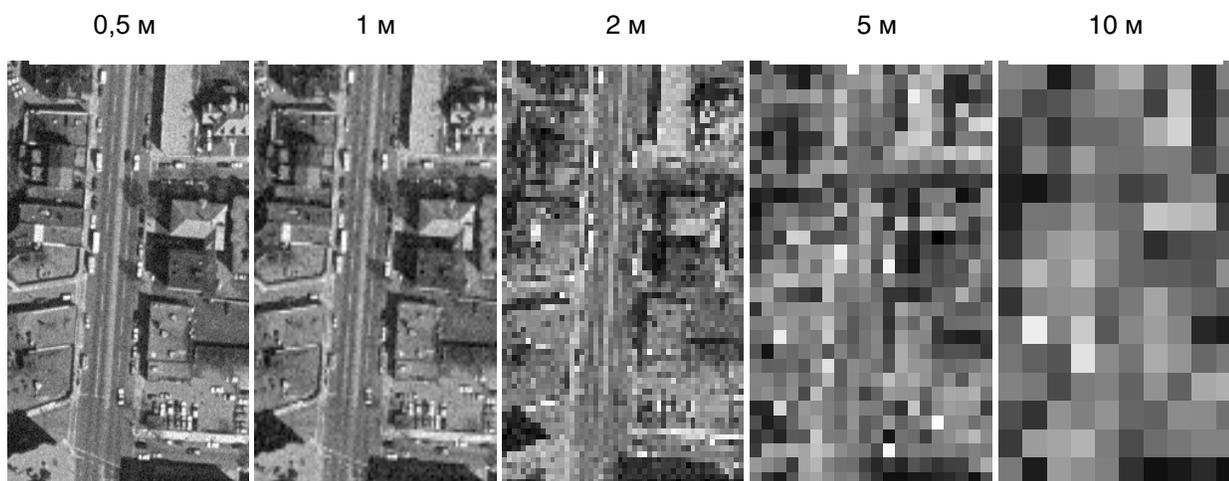
лученные со спутников, могут быть воспроизведены в ГИС и обработаны квалифицированным оператором с целью получения контуров объектов. Однако во многих приложениях, таких, например, как наблюдения за землепользованием или управление природными ресурсами, многоспектральные изображения группируются с использованием статистических методов. Эти методы распознают классы земной поверхности, основываясь на калиброванном отношении между контрольными площадками с известными классами и их спектральным почерком.

ii. *Разрешение*

2.277. Разрешение изображений, полученных со спутников, измеряется размером пиксела на Земле. Размер пиксела у коммерческих спутников наиболее популярных систем, таких, например, как панхроматический датчик SPOT и система многоспектральных видеоданных Landsat, колеблется от 10 до 80 метров. Эти разрешения позволяют составлять карты масштаба от 1:25 000 до 1:50 000 или даже мельче. На рисунке 2.25 сравниваются размеры пикселов, которые были смоделированы укрупнением цифрового аэрофотоснимка с разрешением 0,5 метра. Это изображение охватывает на Земле площадь 100 × 150 метров. Отдельные дома и даже автомобили можно различить при разрешении 2 метров, но уже нельзя различить при бóльших размерах пикселов. Более

современные методы обработки изображений, в том числе выделение краев и специальные алгоритмы фильтрации, позволяют извлечь из данных дистанционного зондирования дополнительную информацию. Такие методы успешно использовались для составления карт и регистрации изменений на вновь застроенных территориях в некоторых быстро растущих городах в развивающихся странах. Данные, полученные со спутников, использовались также в сельских районах развивающихся стран. Одним из таких приложений было оперативное составление топографических карт, послуживших основой для карт результатов переписи населения Нигерии в 1991 году. Приблизительно 150 карт, основанных на снимках, полученных со спутников, были изготовлены из 90 изображений, полученных с помощью SPOT и охватывающих площадь 110 000 кв. км (Satellitbild, 1994).

Рисунок П.25. Примеры размеров пиксела на аэрофотоснимках и снимках, полученных со спутников



2.278. В последнее время стало возможным получать спутниковые изображения с более высокими разрешениями. Российские и индийские спутники обеспечивают заказчиков данными с разрешением, соответственно, 2 и 5 метров. Российские изображения, полученные системой KVR 1000, основанной на фотокамере, использовались для составления карт городского землепользования и обновления карт городов. В ближайшие годы несколько частных консорциумов должны запустить коммерческие спутники, которые, как надеются, обеспечат заказчиков данными с разрешением до 0,82 метра (Carlson and Patel, 1997). Эти компании надеются, что наличие данных с такой высокой разрешающей способностью значительно расширит сферу использования снимков, получаемых со спутников. Может ока-

заться, что получение этих снимков со спутников и стоит дешевле, и осуществляется быстрее, чем с помощью аэрофотосъемки. Однако, поскольку предыдущие спутниковые системы щедро финансировались государством, никоим образом нельзя быть уверенными, что чисто коммерческие системы смогут дать достаточную прибыль, чтобы оправдать крупные капиталовложения, необходимые для их разработки, запуска и эксплуатации.

2.279. Большинство коммерческих организаций, управляющих спутниками, намерены обеспечить несколько вариантов получения снимков, сделанных со спутников. Самым дорогостоящим вариантом будет срочное получение снимков конкретной территории по специ-

альному запросу. Поскольку разрешение этих снимков будет выше, они будут покрывать меньшие площади на земной поверхности, то есть смогут охватывать только избранные районы вдоль траектории полета. Менее срочное получение снимков обойдется дешевле. В конечном счете организация, управляющая спутником, создаст со временем архивы снимков, некоторые части которых смогут продаваться по значительно более низкой цене. Цена данных будет также зависеть от степени обработки исходных материалов. Такая обработка может включать радиометрическую поправку, геометрическую поправку и географическую привязку как с использованием, так и без использования наземных опорных точек. Цена необработанных данных будет значительно ниже цены цифровых ортофотопланов, изготавливаемых на основе снимков, полученных со спутников.

iii. *Приложения*

2.280. Снимки, полученные со спутников, с высокой разрешающей способностью обеспечивают уровень географической детальности, аналогичный тому, который дают цифровые ортофотопланы, созданные на базе аэрофотоснимков. Однако серьезным осложнением является то, что со спутников, в отличие от низко летящих самолетов, которые могут летать по гибкому графику, трудно получить снимки, хотя бы частично не закрытые облаками. Используя высокое разрешение снимков не закрытых облаками территорий, можно учитывать единицы жилья, оценивать численность населения и определять границы счетных участков. Снимки, полученные со спутников, с более грубым разрешением могут оказаться недостаточно детальными для подсчета жилищ.

2.281. Ло (1995) оценивал итоговые цифры населения административных районов на плотнонаселенной городской территории Кванлун в Гонконге, основываясь на доле пикселей, классифицированных в качестве населенных, в пределах каждого административного района города. Хотя, поскольку завышения и занижения до известной степени компенсировали друг друга, итоговые ошибки оказались довольно малы, ошибки в пределах каждой конкретной учетной единицы часто были неприемлемо высоки для приложений результатов переписи населения (см., также Clayton and Estes, 1980; Ло, 1986; и Paulsen, 1992). Из снимков, полученных со спутников, с более грубым разрешением могут быть вычленены отдельные деревни и крупные физико-географические объекты, расположенные вне густонаселенных городов. Эти изображения могут, таким образом, дать ценную информацию для составления карты, иллюстрирующей результаты переписи населения, и могут оказаться достаточно подробными для определения границ счетных участков на сельских территориях.

Pazner and others (1994) дают вводный курс извлечения информации со снимков, полученных со спутников.

2.282. Хотя снимки, полученные со спутников, дешевле аэрофотоснимков, все же они весьма дороги. Спутниковые данные с высоким разрешением должны поэтому или приобретаться в кооперации с другими правительственными организациями, или использоваться выборочно, то есть для территорий с недостаточным картографическим обеспечением.

iv. *Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования*

2.283. Преимущества данных дистанционного зондирования:

- Новейшая информация, охватывающая очень большие территории, при сравнительно низкой себестоимости, характерной для изображений с относительно низким разрешением.
- Из изображений может быть извлечено большое количество информации.
- Можно обновлять топографические карты сельских территорий, например осуществлять распознавание новых поселений или деревень, отсутствующих на картах.

2.284. Недостатки:

- Разрешение многих систем недостаточно для приложений, связанных с переписью населения.
- Интерпретация изображений затрудняется облачностью и растительным покровом.
- Малый контраст между объектами, например грунтовыми дорогами и традиционными строительными материалами, применяемыми в сельских местностях, затрудняет их разграничение.
- Обработка изображений требует специальных профессиональных знаний.

4. *Преобразование географических данных*

a) *Преобразование печатных карт в цифровые данные*

2.285. Процесс преобразования объектов, видимых на печатной карте, в цифровые точки, линии, многоугольники и атрибутивную информацию называется автоматизацией, или преобразованием данных. Во многих проектах ГИС этот этап, безусловно, требует наибольшего количества времени и ресурсов.

2.286. Преобразование печатных карт, информации с печатных аэрофотоснимков и снимков, полученных со

спутников, в цифровые базы данных ГИС включает ряд этапов. Хотя последовательность этих этапов может меняться, необходимые процедуры остаются в каждом случае аналогичными. После того как выбранные на карте точечные и линейные объекты преобразованы в цифровые координаты в компьютере, остается выполнить значительный объем редактирования, необходимый для устранения остающихся ошибок или пропусков. Затем координаты карты, которые первоначально были записаны в единицах, используемых дигитайзером или сканером, должны быть переведены в реальные координаты, соответствующие картографической проекции исходной карты. Некоторые системы позволяют определять проекцию перед преобразованием в цифровую форму. Одновременно с этим координаты преобразуются в цифровую форму. Конечный результат остается, разумеется, тем же.

2.287. Следующий этап заключается в присвоении кодов оцифрованным объектам. Например, каждая линия, представляющая дорогу, должна получить код, который показывает статус дороги (грунтовая дорога, однополосная дорога, двухполосное шоссе и т. д.), или же неповторяющийся код, который может быть привязан, например, к списку названий улиц. В более профессиональных пакетах программ ГИС за этим этапом следует структурирование базы данных, которое иначе называется построением топологии. На этом этапе ГИС определяет отношения между объектами в базе данных. Например, для базы данных дорог система определит пересечения двух или более дорог и создаст узлы на этих пересечениях. Для полигональных данных система определит, какие линии обозначают границу каждого многоугольника. После того как сформированная цифровая база данных проверена на отсутствие ошибок, завершающий этап будет заключаться в добавлении дополнительных атрибутов. Эти атрибуты могут присоединяться к базе данных непрерывно, или же дополнительная информация о каждом объекте базы данных может храниться в специальных файлах, подключаемых к географической базе данных по мере необходимости.

2.288. Существуют два главных подхода к преобразованию информации с документальной копии карты в цифровые данные: ручная оцифровка и сканирование. Первый подход включает воспроизведение всех необходимых точечных и линейных объектов на карте курсором или мышью. Методы преобразования в цифровую форму используются также для обновления существующих цифровых карт на основе скорректированных или снабженных пометками листов карты. Сканирование, напротив, является автоматическим процессом, преобразующим карту в цифровые растровые изображения, которые могут потом быть преобразованы в

цифровые линии. Эти два подхода обсуждаются ниже более подробно.

b) Оцифровка

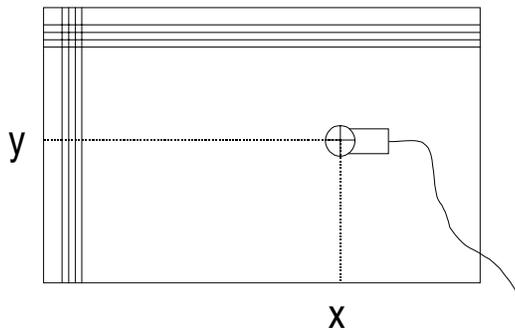
2.289. Ручная оцифровка была до сих пор наиболее распространенным подходом к автоматизации пространственных данных. Ручное преобразование в цифровую форму требует цифрового планшета, размеры которого могут изменяться в диапазоне от 30 × 30 см до 120 × 180 см. Большие размеры устройства облегчают оцифровку больших листов карты. На небольшом планшете карту приходится оцифровывать по частям и введенные фрагменты приходится потом соединять. В процессе преобразования в цифровую форму карта фиксируется на дигитайзере липкой лентой для маскирования. В идеале карта должна быть плоской, без разрывов и складок. Бумага часто коробится, особенно во влажных условиях, и это коробление вносит искажения, которые переносятся в цифровую карту базы данных.

2.290. В первую очередь необходимо определить некоторое число правильно определенных контрольных точек на карте (обычно, по крайней мере, четыре). Эти контрольные точки нужны для двух целей. Во-первых, если большая карта оцифровывается в несколько этапов и ее приходится время от времени убирать с устройства преобразования в цифровую форму, то контрольные точки позволяют восстановить конкретное положение карты на устройстве. Во-вторых, в качестве контрольных точек выбираются такие, для которых известны реальные координаты в системе проекций базовой карты. Поэтому разумно выбрать в качестве контрольных точек пересечения координатной сетки широт и долгот, которые показаны на многих топографических картах. На этапе географической привязки, которая предшествует или следует за преобразованием в цифровую форму точечных и линейных объектов, эта информация используется для того, чтобы преобразовывать координаты, измеренные в сантиметрах или дюймах на планшете дигитайзера, в реальные координаты — обычно в метры или футы — на картографической проекции.

2.291. После того как контрольные точки выбраны, оператор отслеживает линейные объекты на карте курсором, соединенным с планшетом дигитайзера. Планшет снабжен проволочной сеткой (часть которой видна на рисунке II.26). Эта сетка создает электромагнитное поле. Поскольку курсор снабжен металлической спиралью, то дигитайзер и курсор действуют как передатчик и приемник. Это позволяет курсору определять ближайшие к нему провода в направлении осей x и y. Точное положение находится с помощью интерполяции. Оцифрованные объекты тут же рисуются на экране

компьютера. Это позволяет оператору следить за тем, какие границы введены и не сделаны ли какие-нибудь крупные ошибки.

Рисунок II.26. Дигитайзер



2.292. Координаты записываются в точечном, дистанционном или потоковом режиме. В точечном режиме оператор нажимает кнопку на курсоре каждый раз, когда линия меняет направление. Для кривых линий число записываемых координат определяется тем, насколько гладко будет представлена линия в базе данных ГИС. В дистанционном режиме координаты автоматически записываются, когда оператор перемещает курсор на определенное расстояние. Наконец, в потоковом режиме курсор автоматически записывает координаты через заранее определенные временные интервалы. В дистанционном и потоковом режимах есть опасность, что некоторые сложные фрагменты линии, включающие много изгибов, могут быть представлены слишком малым числом записей координат. Длинные, прямолинейные сегменты могут, напротив, быть представлены избыточными точками. Для опытных операторов точечный режим оцифровывания, который позволяет выбирать плотность записи координат, обычно предпочтительнее.

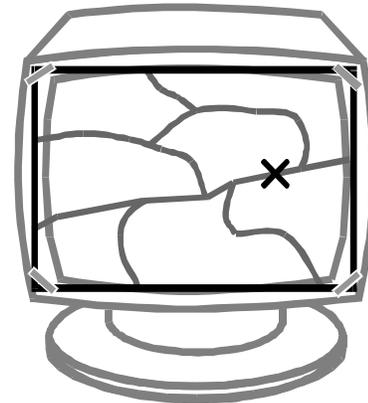
2.293. Преобразование в цифровую форму — это кропотливая и утомительная для операторов работа. Поэтому важно, чтобы операторы имели хорошую подготовку и были обеспечены благоприятной рабочей средой, включая эргономически продуманную настройку дигитайзера. Последовательные макрокоманды ГИС, которые направляют оператора, и контроль качества процедур должны уменьшить ошибки оцифровки и время, необходимое для последующего редактирования.

2.294. Во время преобразования в цифровую форму оператор может назначать код объекта каждой вводимой линии или точке. Например, разным типам административных границ могут быть назначены коды от единицы (для границ областей) до трех (для границ районов). В некоторых топологически структурированных системах ГИС пользователю приходится также добавлять так называемую точку метки для каждого

оцифрованного многоугольника. Это может быть сделано или вручную во время оцифровки, или автоматически до того, как определяется топология. Эта точка метки обеспечивает связь между многоугольником и таблицей географических атрибутов, которая содержит данные о нем (см. приложение I).

2.295. Специальный тип ввода данных, не использующий дигитайзер, иногда называется экранной оцифровкой («с поднятой головой»). Оператор вычерчивает картографические объекты на прозрачной пленке и прикрепляет эту пленку к экрану компьютера (см. рисунок II.27). Линии или точки могут быть оцифрованы с помощью мыши с использованием модуля ввода данных ГИС или просто графического пакета программ, который поддерживает графические форматы, совместимые с ГИС. Эта технология приемлема там, где нет ни дигитайзера, ни другого стандартного устройства ввода координат. Однако этот метод применим только в том случае, если требования к точности очень низки. В другом типе экранной оцифровки оператор использует сканированную карту, аэрофотоснимок или снимок, полученный со спутника, в качестве фона и обводит объекты мышью. Этот метод, дающий более точные результаты, будет рассмотрен в следующем разделе.

Рисунок II.27. Экранная оцифровка



Преимущества и недостатки оцифровки

2.296. Преимущества оцифровки:

- Оцифровка легко осваивается и поэтому не требует дорогостоящей квалифицированной рабочей силы.
- Во время оцифровки может быть добавлена атрибутивная информация.
- С помощью ручной оцифровки может быть достигнута высокая степень точности, то есть точность обычно не теряется по сравнению с исходной картой.

2.297. Недостатки оцифровки:

- Преобразование в цифровую форму — это кропотливая работа, которая может вызвать усталость оператора и создавать проблемы качества, ведущие к значительным последующим переделкам.
- Ручная оцифровка — довольно медленный процесс. Преобразование данных в крупномасштабных проектах может поэтому потребовать большого числа операторов и дигитайзеров.
- В противоположность первичному сбору данных с использованием системы GPS или аэрофотосъемки достоверность оцифрованных карт ограничена качеством исходного материала.

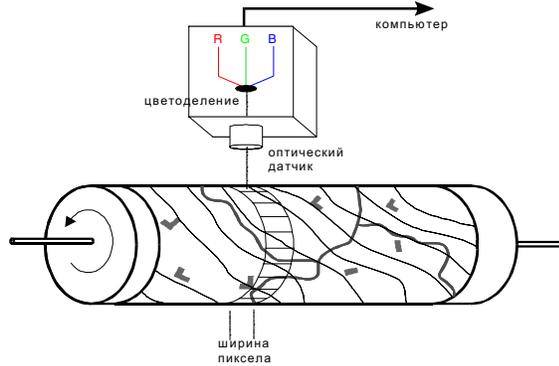
с) Сканирование

2.298. Для многих типов задач ввода данных сканирование явилось разумной альтернативой дигитайзерам. Существуют разные типы сканеров, но все они, в принципе, работают одинаково. Карта помещается лицевой стороной на поверхность сканирования, где на нее под некоторым углом направляется свет. Светочувствительное устройство записывает интенсивность отраженного света в каждой ячейке или пикселе очень мелкой растровой решетки. В режиме регистрации оттенков серого интенсивность света преобразуется непосредственно в числовое значение, например в целое число между 0 (черный) и 255 (белый). В двоичном режиме интенсивность света преобразуется в значение ячейки, равное 0 (белый) или 1 (черный), согласно порогу интенсивности света. В цветных сканерах светочувствительное устройство содержит три компонента, чувствительных, соответственно, к красному, зеленому и голубому. Комбинация относительных интенсивностей этих трех цветных сигналов определяет цвет пиксела. Результатом процесса сканирования являются растровые изображения базовой карты, которые могут быть сохранены в стандартном формате изображений, таком, например, как файл обмена графическими данными (GIF) или TIFF. После пространственного соотношения изображений, которое включает определение координат угловой точки изображений и размера пиксела в реальных единицах, они могут быть показаны во многих пакетах ГИС в качестве фона для существующих векторных данных. Обычно, однако, географические объекты извлекаются из изображений или вручную, или автоматически и преобразуются в формат векторных данных.

2.299. Широко распространены три основных типа сканеров:

- Планшетные или настольные сканеры в настоящее время широко используются во многих учреждениях. Поскольку формат этих сканеров сравнительно небольшой, карты больших размеров приходится сканировать по частям и затем объединять эти части в компьютере. Документ помещается лицевой стороной на стеклянную пластину, и камера и источник света движутся вдоль документа под стеклом. Преимущество плоскостных сканеров состоит в их низкой стоимости и легкости установки и эксплуатации. Они полезны также для сканирования текстовых документов — например, таблиц данных, — которые позже интерпретируются с использованием программ оптического распознавания символов. Они также обеспечивают ввод в компьютер небольших диаграмм и карт. Для сканирования материалов крупномасштабных проектов, включающих многие крупноформатные топографические и тематические карты, они менее удобны. Сканирование таких карт по частям с последующим объединением этих частей в компьютере весьма трудоемко и может давать большое число ошибок.
- Барабанные сканеры более дороги и используются для профессиональных приложений, которые требуют очень высокой точности (например, фотограмметрия или медицинские приложения). Карта фиксируется на вращающемся барабане. Сенсорная система движется вдоль карты и регистрирует интенсивность света или цвета каждого пиксела (см. рисунок П.28). Хотя барабанные сканеры обеспечивают очень высокую точность, они все же очень дороги и действуют довольно медленно. Одно сканирование может занять от 15 до 20 минут.
- Сканеры с подачей бумаги являются в настоящее время наиболее популярным типом сканера для крупномасштабных приложений ГИС. В сканерах с подачей бумаги сенсорная система неподвижна. Вместо этого карта движется мимо матрицы чувствительных элементов. Точность этих сканеров ниже, чем у барабанных сканеров, поскольку подача карты не может контролироваться с той же точностью, как движение сканера. Но их достоверность обычно достаточна для приложений ГИС, их стоимость ниже, и они, как правило, выдают изображение быстрее, чем за пять минут. Следует предостеречь, что старые или хрупкие документы могут быть повреждены роликами подающего устройства сканера.

Рисунок П.28. Принципиальная схема барабанного сканера (Kraak and Ormeling, 1997)



2.300. Выбранные оператором установочные параметры сканера имеют большое влияние на выходные характеристики изображения. Выбор оптимальных параметров требует некоторого времени на экспериментирование, поскольку этот выбор зависит от опций сканера, характеристик базовой карты или фотоснимков, которые сканируются, и планируемых этапов дальнейшей обработки. Назовем важнейшие параметры:

- Режим сканирования. Двоичный рисунок, или «штриховой», удобен для одноцветных рисунков или схем, а также для цветоделения, в случае когда все объекты в основном одного и того же типа. Режим оттенков серого сохраняет вариации в отражательной способности на карте, и последующие манипуляции с изображениями могут поэтому обеспечить извлечение в графической системе или системе обработки изображений только тех объектов, которые имеют отражательную способность. Это еще легче выполнить для карт, сканированных в цветном режиме, например все объекты, изображенные на карте зеленым цветом, могут быть извлечены несколькими простыми командами.
- Разрешение изображения измеряется в точках на дюйм (dpi). Обычное разрешение сканирования лежит между 100 и 400 dpi (хотя аэрофотоснимки обычно сканируются при более высоком разрешении на специальных сканерах). Более высокое разрешение сохраняет больше деталей первоначальной карты и дает более гладкие линии в векторизованных наборах данных ГИС. Но получаемые изображения будут содержать больше элементов и потребуют больше памяти и места на диске; увеличение разрешения сканирования в два раза приводит к увеличению размера изображений в четыре раза. Выбор разрешения зависит от свойств исходного документа, имеющегося оборудования и предполагаемого использования получаемых изображений.

- Яркость, контрастность и порог. Эти параметры определяют внешний вид получаемых изображений. Яркость определяет общий уровень светлых и темных тонов изображений. Контрастность определяет степень передачи оттенков серого цвета или тонких цветовых тонов. Более высокая контрастность делает изображения более отчетливыми, но может также привести к потере оттенков и деталей. Порог — это параметр, используемый в двоичном режиме для определения того, какие оттенки серого исходного документа преобразуются в черные, а какие — в белые пиксели. Выбор параметров сильно зависит от того, является ли целью сканирования получение визуально привлекательных и точных изображений исходного документа или его последующая векторизация. В последнем случае более высокая контрастность или яркость могут выделить объекты на карте, облегчая таким образом последующее преобразование в векторный формат.
- Коррекция градаций контрастности. Регулирование яркости и контрастности эффективно только в том случае, если значения пикселей в изображении довольно равномерно распределены по всему диапазону шкалы оттенков серого цвета. Часто бывает, что это условие не выполняется. Например, изображения могут состоять в основном из очень светлых и очень темных участков. Коррекция градаций контрастности — это процедура, которая учитывает распределение оттенков серого цвета по поверхности изображения и автоматически делает участки изображения ярче или темнее либо расширяет диапазон значений серого цвета ячеек. Эта процедура часто помогает сохранить тонкие градации контрастности изображений.

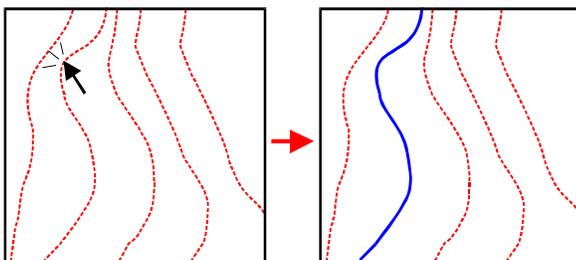
2.301. Сканирование исходного документа — это только первый и довольно простой шаг. Поскольку конечным результатом процесса преобразования является цифровая географическая база данных точек и линий, то сканированная информация, содержащаяся в растровых изображениях, должна быть преобразована в координатную информацию. Этот процесс называется *преобразованием из растровой в векторную форму*. До последнего времени этот этап был слабым звеном в процессе сканирования, из-за чего сканированию обычно предпочитали ввод с помощью дигитайзера. Недавние достижения в развитии программного обеспечения, в разработке методов распознавания образов и в увеличении скорости обработки значительно улучшили положение в этой области.

2.302. Преобразование из растрового в векторный формат может выполняться в автоматическом, полуавтоматическом или ручном режиме. В автоматическом режиме система механически преобразует все линии на

растровых изображениях в последовательность координат. Поскольку на растровом изображении линии, которые были толстыми на карте, превращаются в линии толщиной в несколько пикселей, то автоматизированный процесс преобразования из растрового в векторный формат начинается с алгоритма утончения линий. Следующим шагом является определение координат для каждого пиксела, фиксирующего линию, возможно после предварительного удаления избыточных координат, то есть тех, без которых прямые линии могут быть определены меньшим числом координат. Кроме того, программы преобразования обычно позволяют пользователю задавать пределы допуска. Например, объекты, которые состоят только из одного или нескольких пикселей, в действительности могут оказаться просто пятнами грязи на исходной карте и тогда удаляются автоматически. Кроме того, если изображения сканированы цветным сканером, то программы преобразования из растрового в векторный формат часто позволяют пользователю приписать каждой линии коды цветов. Это может быть полезно для помещения разных типов объектов в отдельные слои данных ГИС. Например, на исходной карте реки, дороги и границы административных территориальных единиц могут быть представлены, соответственно, голубым, черным и красным цветами.

2.303. Работая в полуавтоматическом режиме, оператор щелкает кнопкой на каждой линии, подлежащей преобразованию (рисунок II.29). Затем система отслеживает линию до ближайшего пересечения и преобразует ее в векторный формат. Этот режим имеет то преимущество, что оператор может выбирать на карте только некоторое подмножество объектов, например все дороги, пропуская реки. Наконец, в ручном режиме отсканированные растровые изображения используются просто в качестве фона на экране компьютера. Координаты объектов задают, обведя мышью их отсканированное изображение, подобно тому как это делается в упомянутой выше оцифровке «с поднятой головой».

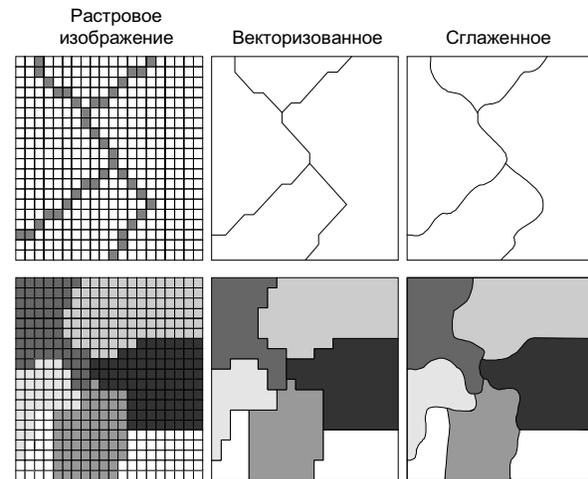
Рисунок II.29. Полуавтоматическая векторизация



2.304. Если линейные или площадные объекты преобразуются автоматически из растровых изображений со сравнительно низким разрешением в векторный

формат, то у получающейся линии могут оказаться естественно изломанные границы. Принято сглаживать векторные данные с использованием сплайн — функций или обобщенных функций, имеющихся в пакетах программ ГИС. На рисунке II.30 показаны примеры наборов данных для линии и многоугольника.

Рисунок II.30. Векторизация и сглаживание данных сканированных изображений



i. *Некоторые дополнительные соображения*

2.305. При планировании проекта преобразования данных, полученных сканированием карты, надо учитывать целый ряд соображений. Обстоятельное обсуждение методов сканирования имеется в Pazner and others (1994), Hohl (1998) and United Nations (1997c). В следующих пунктах мы коснемся лишь нескольких основных вопросов.

2.306. Надлежащая подготовка базовой карты к сканированию может значительно улучшить качество выходного продукта. Карты должны быть плоскими и чистыми. Любые остатки клеящей ленты, которые могут быть на карте, должны быть удалены, поскольку могут испортить поверхность сканера. Слабо очерченные на карте объекты должны быть усилены карандашом или маркером. Подобным же образом для облегчения автоматической векторизации оператор может восстановить перекрытые части линейных символов до сплошной линии и заполнить заштрихованные многоугольники. С другой стороны, такие изменения могут также быть произведены на сканированных изображениях непосредственно перед векторизацией. Для этой цели может быть использован любой пакет программ растровой графики. Однако чаще бывает легче выполнить эти корректировки вручную. Следует использовать водосодержащий маркер или восковой карандаш, поскольку маркеры на нефтяной основе могут повре-

дять стеклянную поверхность сканера, а пометки, сделанные графитным карандашом, отражают свет и делаются невидимыми. Для фотографий матовая бумага предпочтительнее глянцевой.

2.307. Для преобразования сравнительно сложных карт, на которых показано много разных объектов (например, топографических карт), или карт плохого качества часто вводится дополнительный этап. Достоверность таких источников картографических данных может быть повышена, а последующая обработка сокращена, если сначала нанести все необходимые картографические объекты на прозрачную основу, например майлар. Хотя данная операция увеличивает рабочую нагрузку оператора, в конечном счете это иногда экономит затраты, так как сокращает время на редактирование и исправление ошибок. Перерисованный исходный документ, который потом сканируется, становится яснее и содержит только те объекты, которые действительно необходимы. Эта процедура используется в большинстве крупномасштабных профессиональных приложений сканирования. Процедуры расчленения оригинала карты можно избежать, если доступны оригинальные версии цветоделения опубликованных исходных карт. Для серии национальных топографических карт такие версии цветоделения доступны. Каждая версия цветоделения содержит только подмножество объектов печатной карты, облегчая таким образом разделение объектов на отдельные слои данных.

2.308. Несмотря на все эти предварительные процедуры, перед запуском программ векторизации просканированные изображения все еще могут нуждаться в дальнейшей обработке. Такая обработка заключается в дальнейшем усилении изображений, например в увеличении резкости или контрастности, а также удалении пятнышек или коррекции на уровне пикселей в диалоговом режиме. Растровые графические пакеты или программы векторизации содержат все необходимые для этого функции.

2.309. Пакеты программ ГИС, поддерживающие растровые данные, поддерживают и программы преобразования растровых форматов в векторные. Однако эти программы проектировались в основном для преобразования растровых и векторных данных ГИС друг в друга, а не для преобразования сложных отсканированных изображений в чисто векторные объекты. Для крупномасштабных проектов векторизации больше подходят специализированные пакеты программ. В настоящее время существуют несколько как коммерческих, так и некоммерческих пакетов преобразования из растровых в векторные форматы (Graham, 1997; United Nations, 1997c). Эти продукты отличаются опциями, которые в них поддерживаются. Некоторые пакеты предлагают выравнивание отсканированных изображе-

ний, или оптическое распознавание знаков аннотации к карте, которые могут быть сохранены в качестве атрибутов для получаемых векторных объектов. Цены этих пакетов весьма различны. Некоммерческий продукт Map scan (United Nations, 1997c) предлагает, например, большинство функций, имеющихся в дорогостоящих коммерческих программах. Специалисты, занимающиеся преобразованием данных, должны поэтому внимательно сравнить имеющиеся возможности и функции с требованиями задач преобразования данных.

ii. *Преимущества и недостатки сканирования*

2.310. Преимущества сканирования:

- Отсканированные карты могут быть использованы в качестве фона для изображения векторной информации. Например, отсканированные топографические карты могут быть использованы в сочетании с оцифрованными границами счетных участков для составления карт, предназначенных для счетчиков.
- Четко выполненные базовые карты или первоначальное цветоделение могут быть относительно легко векторизованы программами преобразования растровых форматов в векторные.
- Сканеры небольшого формата сравнительно дешевы и обеспечивают быстрый ввод данных.

2.311. Недостатки:

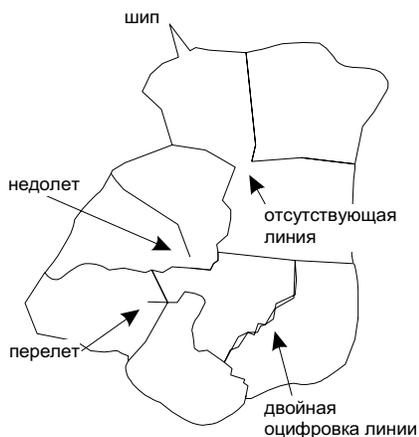
- Преобразование больших карт с помощью сканеров небольшого формата требует кропотливой сборки отдельных частей.
- Крупноформатные, высокопроизводительные сканеры дороги.
- Несмотря на недавние достижения в развитии программ векторизации, все еще требуется ручное редактирование и присваивание меток атрибутов.

d) Редактирование

2.312. Целью преобразования географической информации из аналоговой в цифровую форму является создание точного представления первоначальных картографических данных. Это значит, что все линии, которые соединены на карте, должны соединиться и в цифровой базе данных. Не должно быть ни пропущенных объектов, ни продублированных линий. Ручное преобразование в цифровую форму подвержено ошибкам. Наиболее типичные ошибки показаны на рисунке П.31. Подобным же образом после преобразования растровых данных в векторные несоединенные сегменты линий должны быть соединены вручную. Такое случается, например, там, где небольшие дороги или реки, изобра-

женные тонкими линиями, пересекают крупные дороги, показанные толстыми линиями. Если такие небольшие дороги или реки будут помещены в отдельный слой карты, то в сети дорог будут разрывы в точках пересечения с крупными дорогами.

Рисунок П.31. Некоторые распространенные ошибки оцифровки



2.313. Некоторые распространенные ошибки оцифровки, показанные на рисунке П.31, можно предотвратить за счет применения так называемых допусков захвата, поддерживаемых программным обеспечением дигитайзера и задаваемых пользователем. Например, пользователь может потребовать, чтобы все конечные точки линий, расположенные на расстоянии ближе чем 1 мм от другой линии, автоматически соединились с этой линией (захватывались). Небольшие лентообразные многоугольники, которые возникают, когда линия оцифрована дважды, также могут быть удалены автоматически. Однако этим способом могут быть разрешены только некоторые проблемы. Ручное исправление ошибок преобразования в цифровую форму, осуществляемое после тщательного сравнения оцифрованных карт с оригиналом, остается необходимой составной частью процесса преобразования данных.

е) Построение топологии

2.314. Построение топологии цифровых карт полезно для процесса редактирования. Например, это позволяет пользователю находить требующие решения проблемы, например такие, как незамкнутые границы многоугольников. Топология объектов описывает пространственные отношения между соединяющимися или смежными географическими объектами, например дорогами, соединяющимися в точках пересечения (см. приложение I ГИС). Топологическое структурирование базы данных ГИС включает идентификацию этих пространственных

отношений и в их описания в базу данных. То, как это происходит на самом деле, зависит от программного обеспечения. Хранение топологической информации облегчает анализ, поскольку многие операции ГИС в действительности не нуждаются в информации о координатах, а основываются только на топологии. Например, граничащие друг с другом округа могут быть определены из таблицы базы данных, которая для каждой линии указывает многоугольники, расположенные как вправо, так и влево от нее (см. приложение 1).

2.315. Обычно пользователю не приходится беспокоиться о том, как ГИС хранит топологическую информацию. При условии, что цифровая база данных очищена, то есть все линии соединены и многоугольники правильно идентифицированы, можно использовать функцию ГИС для построения топологии и создания всех необходимых файлов внутрисистемных данных. Эта функция сможет успешно выполняться только в том случае, если база данных карты не имеет никаких ошибок. Построение топологии является, таким образом, дополнительной проверкой целостности базы данных.

5. Интеграция цифровой карты

а) Введение

2.316. Проект составления карт, иллюстрирующих результаты переписи населения, должен пользоваться всеми относящимися к делу источниками картографических данных. Эти источники скорее всего хранятся в разных форматах и используют разные масштабы и картографические проекции. Если целью является составление полной и бесшовной цифровой картографической базы данных, содержащей результаты переписи населения, то интегрирование этих разнородных источников данных требует специальных знаний в области методов интеграции данных ГИС. В следующих ниже разделах рассматриваются важнейшие методы, облегчающие интеграцию цифровых картографических данных (подробнее см. Nohl, 1998).

б) Географическое соотнесение

2.317. Координаты, снятые с дигитайзера или сканера, — это относительные координаты, измеренные по направлениям осей x и y (обычно в сантиметрах или дюймах) от начала координат устройства ввода данных — обычно от его нижнего левого угла. При склейке в базе данных нескольких смежных оцифрованных листов карты они, конечно, не будут стыковаться. Действительно, они будут накладываться друг на друга, поскольку относятся к одной и той же системе координат.

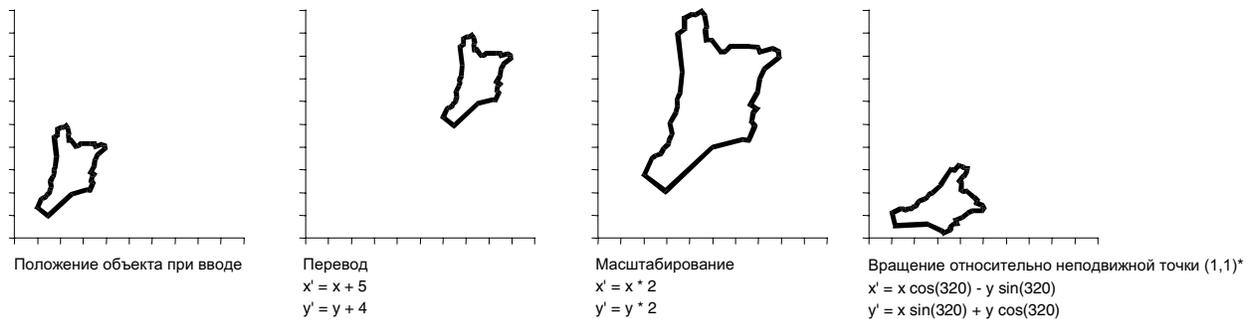
нат дигитайзера. Подобным же образом существующие, уже геооотнесенные слои ГИС для той же территории или координаты, определенные с помощью глобальной системы определения местоположения, не будут совместимы с оцифрованными картами, поскольку относятся к системе реальных координат. По этой причине координаты оцифрованных точек и линий должны быть переведены из единиц длины, принятых в дигитайзере, в реальные координаты карты, измеренные в метрах или футах (см. также приложение II). Как уже было указано ранее, в большинстве систем этот этап может быть выполнен или в начале преобразования в цифровую форму, или после завершения оцифровки пространственных данных.

2.318. Почти все пакеты программ ГИС снабжены функциями, необходимыми для геооотнесения. Пользователь должен задать некоторое число контрольных точек, для которых известны реальные координаты. Основываясь на данных, выраженных во входных ко-

ординатах в единицах дигитайзера, и выходных реальных координатах, система вычисляет множество параметров для выполнения следующих преобразований (см. рисунок II.32):

- Сдвиг. Географический объект сдвигается на новую позицию просто добавлением (или вычитанием) постоянных значений к координатам x и y . Смещения по координатам x и y обычно разные.
- Масштабирование. Объект увеличивается или уменьшается умножением координат x и y на одно и то же число. Масштабирование обычно проводится относительно начала координат.
- Вращение. Географический объект вращается относительно начала координат на заданный угол. Вращение обеспечивает надлежащую ориентацию получающейся цифровой карты, даже если бумажная карта не была правильно сориентирована на планшете дигитайзера.

Рисунок II.32. Сдвиг, масштабирование, вращение

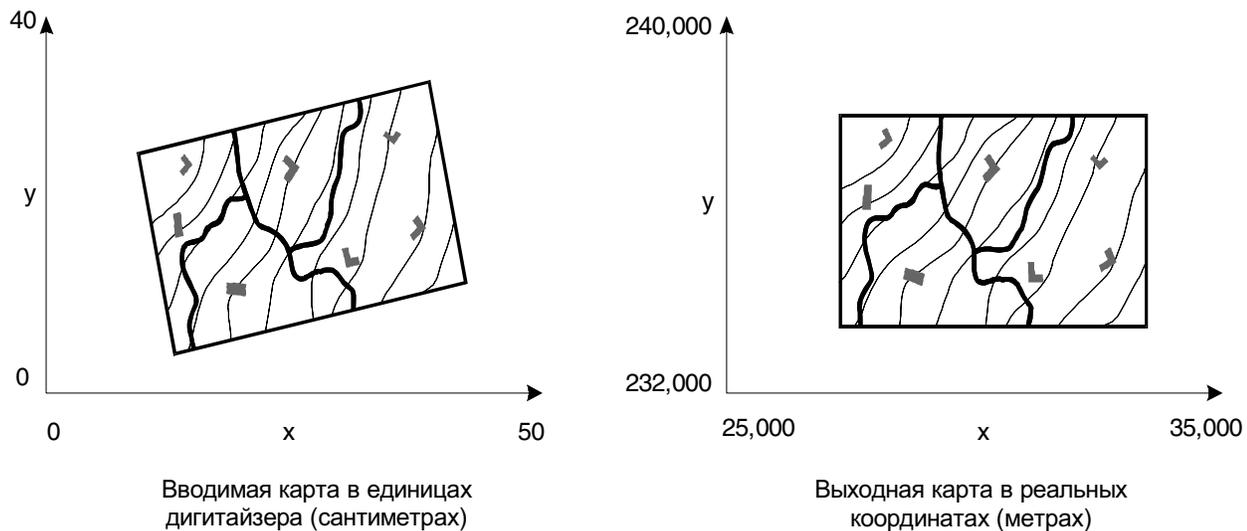


* Требуется сдвиг как до, так и после вращения относительно начала координат. Направление вращения против часовой стрелки считается положительным.

2.319. Обратите внимание на то, что форма оцифрованных объектов при этом преобразовании не меняется, как это имело бы место при изменении проекции. Меняются только относительные размеры и ориентация этих объектов. После того, как вычислены правильные параметры сдвига, масштабирования и вращения, система применяет эти параметры для преобразования всех координат точек и линий в базе данных. Результатом этой процедуры будет внешне очень похожая карта, но

теперь она отнесена к той же системе координат, которая была использована при составлении исходной базовой карты (см. рисунок II.33). Важно минимизировать ошибки при выполнении этой операции. Система обычно выдает информацию о величине ошибки при оценке параметров преобразования для каждой точки, что оказывается полезным для обнаружения ошибок в задании реальных координат контрольных точек. Более специфические сведения приведены в приложении II.

Рисунок П.33. Карта в единицах дигитайзера и в реальных координатах



2.320. Отсутствие сведений о картографической проекции и системе координат исходной бумажной карты создает серьезные проблемы. К сожалению, такое встречается довольно часто, поскольку многие бумажные карты, особенно тематические, не содержат этой информации. В таком случае есть две возможности: испытать большое число возможных картографических проекций (стандартную проекцию, применяемую в программах составления карт соответствующей страны, следует испытать в первую очередь) или использовать так называемую процедуру резинового покрытия.

2.321. Процедура резинового покрытия требует большого числа контрольных точек, равномерно распределенных по поверхности карты. Иногда административные границы или любые другие четко определяемые точки на оцифрованной карте страны могут быть использованы для нахождения связи между соответствующими точками. Система использует затем входные и выходные координаты для вычисления полиномиальных преобразований более высокого порядка. В типичных случаях ошибка, вносимая при процедуре резинового покрытия, может быть весьма серьезной, и поэтому такой операции следует избегать, применяя ее лишь в самом крайнем случае. Однако иногда, когда входные карты совершенно не соответствуют четко определенной проекции, резиновое покрытие может оказаться разумной возможностью использования имеющейся географической информации. Хорошим примером с точки зрения практики составления карт переписи является геопривязание нарисованной от руки схематической карты. В разделе F приложения II приводится практи-

ческий пример геопривязания, который иллюстрирует, например, процесс перевода оцифрованной карты в правильно привязанную цифровую базу данных.

с) Изменения проекции и системы отсчета

2.322. Процесс преобразования координат объектов цифровой карты без изменения их формы во многом аналогичен изменению проекции. Однако при преобразовании из одной проекции в другую форма и степень искажения объектов на карте все-таки меняются, хотя изменения могут быть совсем незаметными при крупных картографических масштабах.

2.323. Изменение проекции необходимо, когда карты, оцифрованные из разных листов, должны быть собраны в бесшовную базу данных. Карты разных масштабов часто используют разные проекции. В других случаях картографическое управление может изменить стандартную проекцию, используемую для составления карт в стране, поэтому проекции более старых листов карты могут отличаться от листов, которые были переработаны в последнее время. Подобным же образом картографическое управление может изменить географический репер, который определяет систему отсчета для картографических работ в стране, так что, например, более старые топографические карты будут использовать систему координат, слегка отличную от той, которую используют более новые карты.

2.324. Проекция и географические реперы рассматриваются подробнее в приложении II. Для картографичес-

кого учреждения, представляющего результаты переписи населения, желательно содержать в штате хорошо подготовленного картографа или же иметь возможность советоваться со специалистами из национального картографического управления относительно выработки оптимальной стратегии согласования проекций и связанных с этим вопросов для создания согласованной основы карты результатов национальной переписи населения. Реальные действия по изменению проекции потребуют сравнительно небольших технических усилий, поскольку все коммерческие ГИС снабжены необходимыми функциями изменения проекций.

d) Кодирование данных

2.325. После того как рассмотренные выше этапы завершены, картографическая база данных представляет собой структурированное множество точек, линий и многоугольников. Каждый географический объект, то есть каждая точка, линия или площадь, имеет уникальный идентификатор, который используется внутри системы. Этот внутренний идентификатор обычно недоступен для пользователя и не должен меняться вне системы. Нам же нужен более понятный идентификатор, который может быть использован для связывания географических объектов с их атрибутами, хранящимися в базе данных. Для счетных участков и административных территориальных единиц такой привязкой служат уникальные идентификаторы счетных участков или административных единиц, которые перечислены в основном файле, хранящем все географические территории, охватываемые переписью.

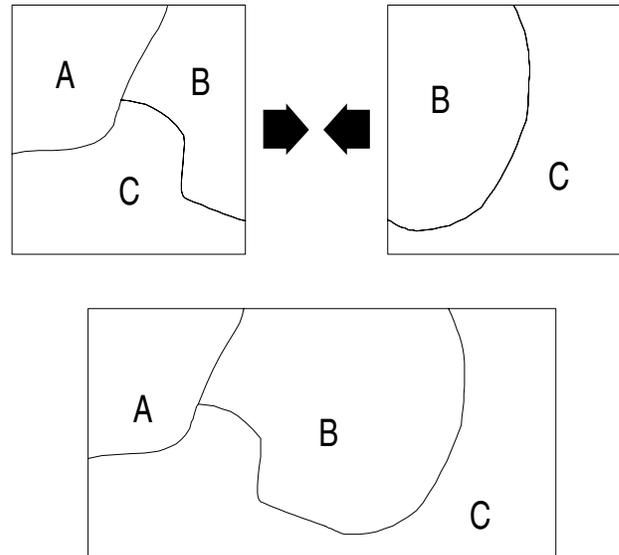
2.326. Способ ввода этого идентификатора также зависит от программного обеспечения. Идентификатор может быть добавлен во время процесса преобразования в цифровую форму путем ввода его в файл непосредственно перед оцифровкой объекта. Или он может быть введен на более поздней стадии путем выбора объекта в диалоговом режиме и добавления идентификатора через меню. Для полигональных объектов некоторые системы требуют, чтобы пользователь прибавлял точки метки в каждый многоугольник. Хотя процесс кодирования довольно прост, все же он может потребовать значительного времени и ресурсов.

e) Интеграция отдельных сегментов карты

2.327. Целью проекта составления цифровой карты является создание бесшовной базы данных для крупного района или всей страны. Для средних или крупных картографических масштабов (например, 1:250 000 или крупнее) информация базовой карты хранится на отдельных топографических листах. Эти листы оцифро-

вываются отдельно, и получающиеся листы цифровой карты объединяются в ГИС (см. рисунок II.34).

Рисунок II.34. Объединение смежных листов цифровой карты



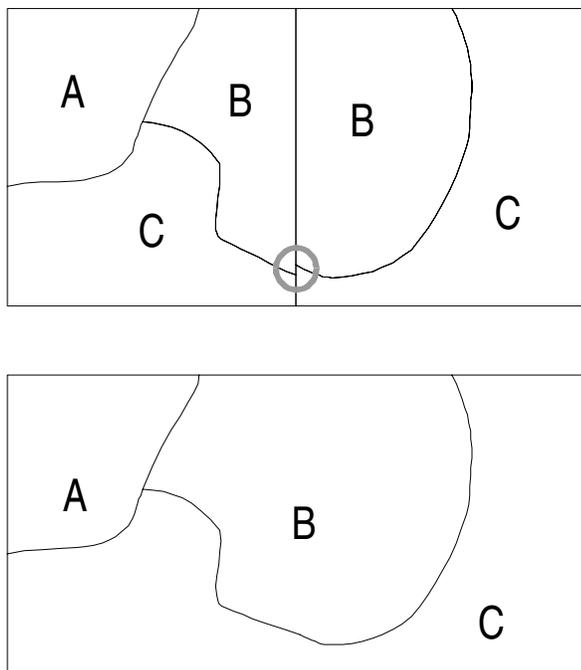
2.328. Обычно это объединение осуществляется просто. Но соответствие между листами карты не всегда бывает полным. Объекты, находящиеся на обоих листах, например дороги или границы, могут быть смещены у границ карты (см. рисунок II.35). Ошибки могут быть внесены при оцифровке или могут присутствовать уже на исходных листах карты. Например, смежные листы карты могут быть составлены в разное время, так что новые объекты, такие, например, как только что проложенные дороги, не продолжают через границы карты или представлены разными символами.

2.329. Эта проблема становится особенно серьезной, когда территория страны не полностью представлена картами необходимых масштабов, и тогда приходится интегрировать листы карт разного масштаба и с разными плотностями объектов. Эта проблема часто возникает и там, где нужно интегрировать листы карты на границе между городскими и сельскими территориями, то есть там, где крупномасштабные карты городской территории должны быть сопряжены с мелкомасштабными картами сельской территории. Из-за отклонений в картографической генерализации объекты могут как присутствовать, так и отсутствовать на мелкомасштабных картах, или легенды в двух сериях карт могут различаться. Интеграция таких карт требует значительных интеллектуальных усилий и опыта.

2.330. Процесс исправления этих ошибок называется согласованием краев. Обычно он выполняется вручную

и требует значительного объема редактирования. Если смещение не слишком велико и обозначения объектов совместимы на всех листах карты, то объекты могут быть соединены с помощью автоматических функций согласования краев, имеющихся в некоторых пакетах программ ГИС.

Рисунок П.35. Согласование краев после объединения смежных листов карты



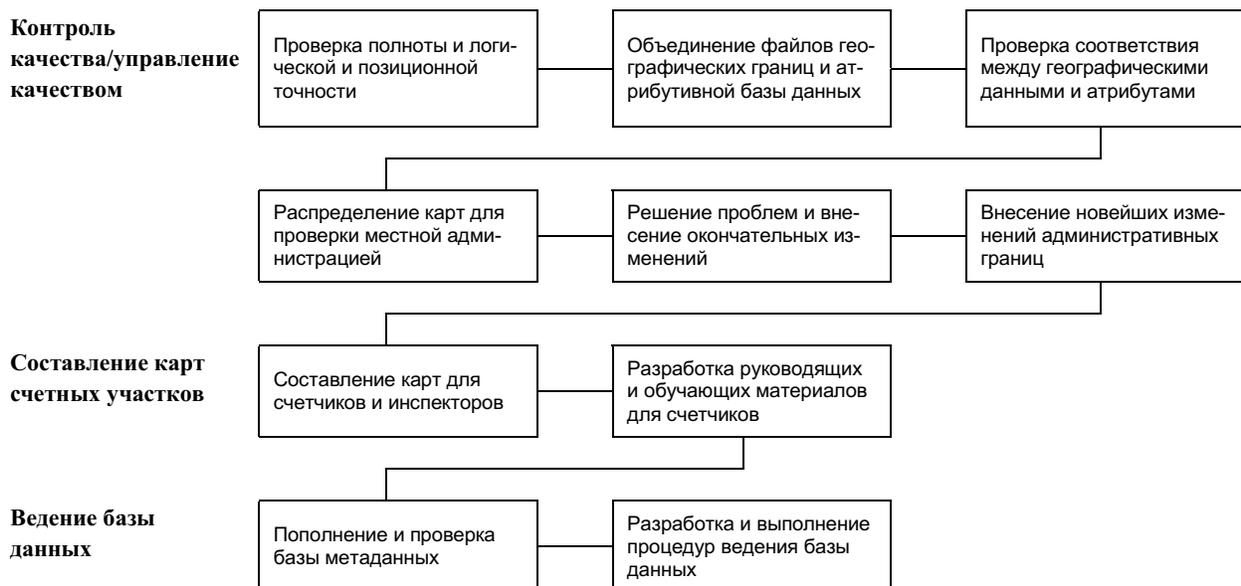
Е. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА, СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ СЧЕТНОГО УЧАСТКА И ВЕДЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Обзор

2.331. Точность и полнота данных переписи в большой мере зависят от качества карт, составленных с помощью картографических баз данных для использования их счетчиками. В дополнение к непрерывному процессу контроля и повышения качества во время преобразования данных завершающим этапом перед распространением карт счетных участков среди счетчиков является тщательная проверка всех картографических продуктов. Это включает также проверку правильности административных границ местными органами управления. Любые нерешенные проблемы и противоречия должны быть сняты до выпуска конечного продукта.

2.332. При условии удовлетворительного качества цифровых баз данных составление карт счетных участков не вызывает принципиальных затруднений. Главная трудность этого этапа заключается прежде всего в сложностях распространения тысяч карт вместе с инструкциями по чтению карты и другими руководящими материалами.

Рисунок П.36. Этапы реализации гарантии качества, выпуска продуктов и ведения базы данных



2. Составление черновика карты и процедуры обеспечения качества

а) Приведение в соответствие границ и атрибутивных файлов и печать обзорных карт

2.333. При подготовке окончательного макета карты и печати наборы данных границ и файл географических атрибутов должны быть согласованы, если они не были ранее интегрированы в единую согласованную базу данных. Кроме того, этот этап включает проверку правильности согласования между данными границ и данными географических атрибутов. Если и те и другие правильны, то в каждом файле географических атрибутов должен быть, по крайней мере, один картографический объект (точка, линия или многоугольник). В противном случае либо имеется ошибка в картографической базе данных, то есть отсутствует счетный участок, либо таблица географических атрибутов содержит дублирующую или ошибочную запись. Если на одну атрибутивную запись ссылаются два или более многоугольников, то сотрудники, контролирующие качество, должны подтвердить, что соглашения, разработанные для таких случаев, соблюдаются (см. раздел С.5 *h*, выше).

2.334. После того как географические данные и атрибутивная информация согласованы, карту необходимо снабдить метками и выбрать условные картографические обозначения для идентификации объектов на базовой карте (о составлении тематических карт см. также главу III, раздел С.3). Размещение меток может проводиться в диалоговом режиме, полуавтоматически или автоматически, с использованием пакетов программ ГИС или более специализированных программ для создания дизайна карты. Для очень крупных проектов картографического сопровождения переписи населения назначение меток объектам является трудоемкой и кропотливой работой. В случаях, когда макет карты счетного участка очень сложен, например если для составления каждой карты нужно комбинировать много слоев цифровой карты, эта операция может потребовать весьма значительных компьютерных ресурсов и затрат рабочего времени специалистов.

2.335. Большинство ГИС и настольных картографических систем снабжены функциями автоматизированного размещения меток. Пользователь просто задает в таблице атрибутов базы данных ГИС атрибутивное поле, которое будет использоваться для назначения меток, например название улицы или идентификатор здания. Система будет затем размещать метки на или рядом с каждым объектом согласно некоторым простым правилам. Обычно пользователь может задать размер меток и решить, должны ли они перекрывать друг друга, если соответствующие объекты находятся слишком близко друг к другу. Однако, за исключением простейших

случаев, необходимость ручных исправлений все равно сохранится.

2.336. Для очень крупных проектов картирования счетных участков учреждение, проводящее перепись, может рассмотреть возможность покупки специализированного пакета программ для размещения названий. Эти программы основаны на более сложных алгоритмах, обеспечивающих соблюдение важнейших правил размещения названий, в том числе:

- Отсутствие или минимальное перекрытие между названиями.
- Отсутствие или минимальное перекрытие между объектами и названиями.
- Очевидное соответствие между названиями и объектами (то есть отсутствие двусмысленности).
- Приятный общий вид, например с точки зрения типа и размера шрифта.

2.337. Пакеты программ при размещении названий основываются на ряде эвристических правил, которые могут быть изменены пользователем для осуществления специальных целей. Пользователь может сохранять названия определенного слоя данных ГИС в отдельном слое комментариев и накладывать их по мере необходимости на слой географических объектов.

б) Обеспечение качества

2.338. Хотя многие проверки на согласованность информации могут быть сделаны в диалоговом режиме на экране компьютера, окончательную проверку качества лучше всего осуществлять с использованием отпечатанных копий карты. Для этого необходимо изготовить крупноформатные карты, содержащие всю информацию, которая будет вынесена на окончательные карты счетных участков. Эти карты изготавливаются для окончательной проверки качества, которая должна быть организована органами власти административных единиц. Если эти карты печатаются в том же масштабе, что и окончательные карты счетных участков, то на каждый район потребуется несколько листов карты.

2.339. Гарантия качества означает окончательную проверку цифровой картографической базы данных перед тем, как выпустить ее для проведения переписи. Обеспечение качества выполняется аналогично контролю качества, который обсуждался в разделе С.5 *e*, выше. Оно включает как проверку с помощью программ, так и ручную проверку. Некоторые проверки будут выполняться для всех продуктов, а более сложные и трудоемкие проверки — только на части продуктов с использованием подходящей стратегии выборочного контроля.

2.340. Контроль качества во время процесса преобразования данных сосредоточивается на топологической и позиционной точности границ и координат. Важно обеспечить бесшовное согласование границ, которые были оцифрованы и хранились независимо друг от друга. Например, границы смежных районов, карты которых хранятся в отдельных файлах цифровой карты, должны быть идентичны. Особое внимание при обеспечении качества уделяется пригодности окончательных картографических продуктов для решения задач переписи. Это подразумевает проверку нескольких аспектов целостности базы данных, которые описаны в нижеследующих пунктах. Обеспечение качества не является простой задачей. Оно требует значительных ресурсов и времени; поэтому учреждение, проводящее перепись, должно учитывать это при планировании сроков и фондов.

2.341. Проверка, осуществляемая специалистами-картографами учреждения, проводящего перепись, включает проверку выполнения следующих критериев приемлемости:

- Разборчивость — все надписи на карте должны легко читаться. Иногда обилие объектов, вынесенных на карту, затрудняет чтение названий улиц или другой текстовой информации. Некоторые мало-важные надписи могут быть опущены для улучшения читаемости карты. Должно быть понятно также, к какому объекту относится каждая надпись. В некоторых случаях для этого применяют стрелки.
- Последовательность нанесения слоев данных на карту — важный процесс, поскольку верхние слои могут закрыть важные объекты на нижерасположенных слоях географических данных.
- Масштаб карты — для того, чтобы все детали могли быть идентифицированы в пределах очень больших по площади счетных участков, которые включают в себя сравнительно небольшие густонаселенные территории, может потребоваться врезка или отдельная карта.
- Информация об источниках и авторских правах — каждая карта должна включать список всех защищенных авторскими правами источников данных, которые были применены для создания цифровой базы данных, использованной для составления карт счетных участков.

с) Проверка правильности карт местными властями и окончательная проверка административных территориальных единиц

2.342. Для окончательной проверки на соответствие напечатанные карты счетных участков должны быть посланы местным властям. Местные власти — как занятые, так и не занятые в переписи — должны под-

твердить, что все поселения и части более крупных поселков и городов включены в географическую базу данных. Вовлечение местных властей в этот процесс полезно, ведь карты будут проверены лицами, знакомыми с местными условиями. В странах, где говорят на нескольких языках или диалектах, правила написания и названия географических объектов могут иметь варианты. Одобрение карты местными властями может уменьшить риск ошибок при интерпретации карты местными счетчиками.

2.343. Частью процесса проверки является также подтверждение границ административных территориальных единиц, включенных в карты счетных участков. Границы часто меняются. Это создает проблемы для проводящей перепись организации, которая должна выдать итоговую статистику для этих административных единиц. Существует несколько подходов к этой проблеме:

- В идеальном случае административные границы замораживаются правительственным декретом за несколько месяцев до начала переписи населения. Эта мера обеспечивает стабильность системы подсчета на время переписи населения. Таблицы данных переписи населения будут создаваться для структуры границ, существующей в этот период.
- Другой подход заключается в непрерывном отслеживании изменений административных границ вплоть до начала переписи. По мере поступления изменений они немедленно фиксируются в цифровой картографической базе данных. При этом подходе границы будут соответствовать существовавшим на момент регистрации. Однако постоянный мониторинг изменений границ с последующей модификацией базы данных границ требует дополнительных ресурсов.
- В некоторых странах об изменении границ объявляется заранее. Для таких территорий учреждение, осуществляющее картирование переписи, может спланировать эту работу на более поздний этап процесса составления карты.
- Последний подход заключается в определении учреждением, осуществляющим картирование переписи, фиксированной даты и пересмотре всех границ на более позднем этапе, возможно, после проведения переписи. Если границы измененных административных территориальных единиц проходят через существующие счетные участки, то опросные листы для домохозяйств из этих единиц должны быть перераспределены в соответствии с их новой принадлежностью. Эта операция является дополнительным этапом, осуществляемым после регистрации, и может задержать распространение результатов переписи населения.

3. Печать карты счетного участка

2.344. По завершении процедур проверки и обеспечения качества для всех базовых карт и границ счетных участков картографы, участвующие в переписи, должны напечатать инспекторские карты и карты счетных участков. Инспекторские карты показывают сразу несколько счетных участков и печатаются поэтому в более мелком масштабе. Определение макета карты для отдельных

счетных участков проводится аналогично процедурам вырезания, принятым при ручном составлении карт переписи (см. BUCEN, 1978, p. 149). Карты счетных участков должны быть простыми, потому что они используются счетчиками, не имеющими большого опыта работы с картами. С другой стороны, в этих картах должен содержаться достаточный объем информации, чтобы по ним можно было ориентироваться без затруднений. Они должны содержать следующую информацию:

Рисунок П.37. Примерные компоненты цифровой карты счетного участка

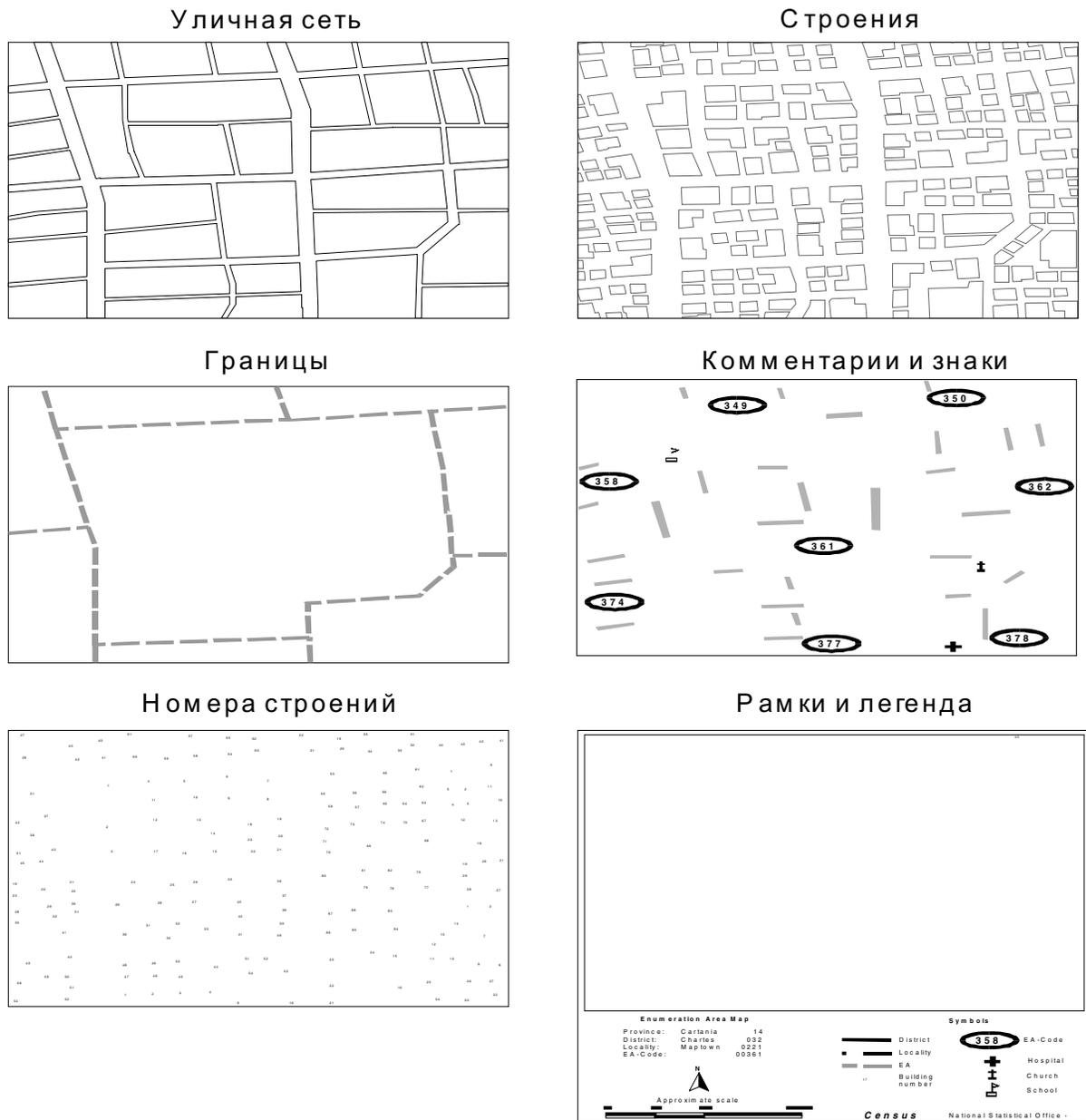
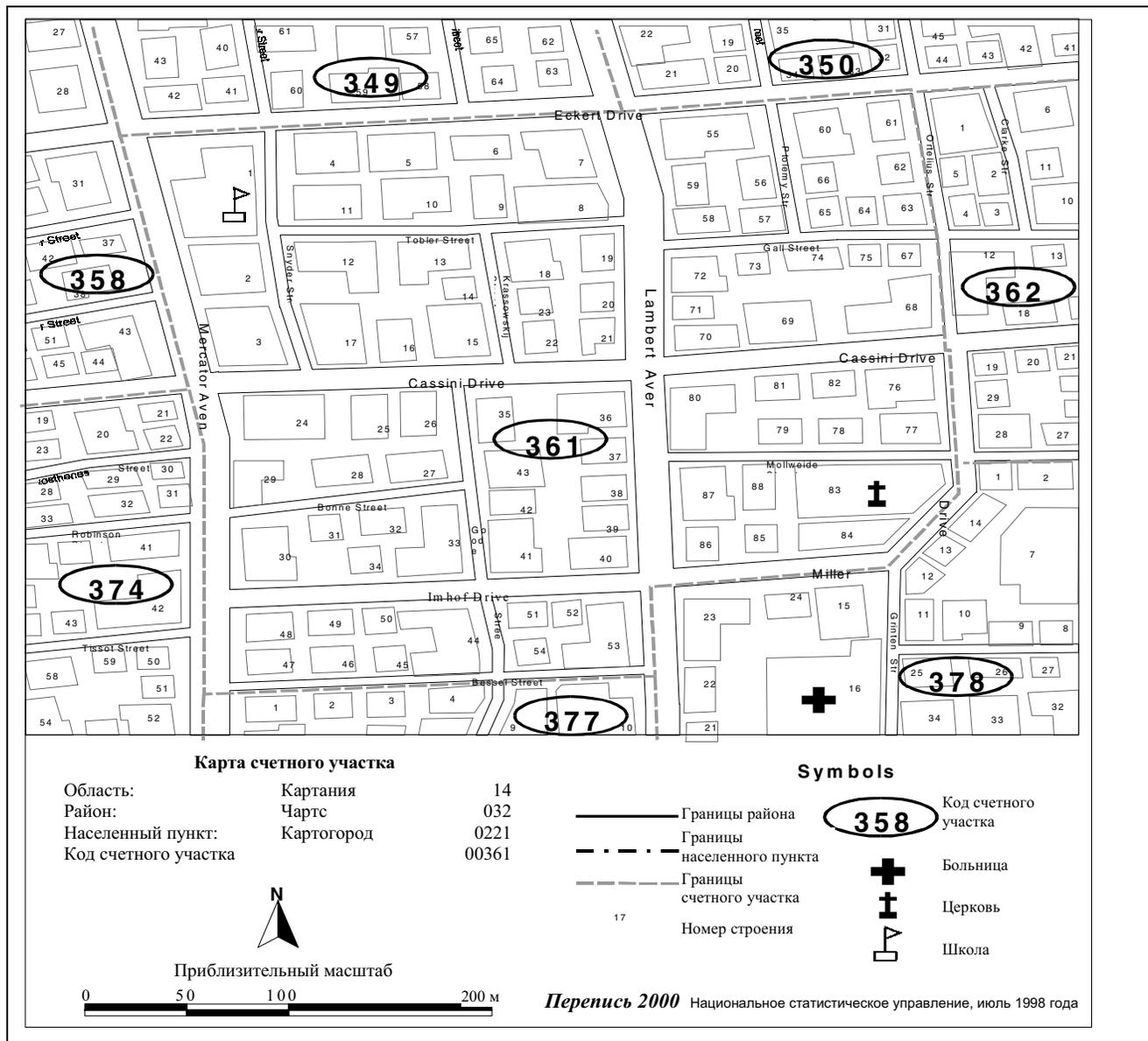


Рисунок II.38. Пример карты городского счетного участка



- Вся территорию, подлежащую переписи, с ясно очерченным контуром границы.
- Некоторые части соседних территорий (то есть периферическую зону) для облегчения ориентации.
- Любую географическую и текстовую информацию, имеющуюся в картографической базе данных результатов переписи населения, которая может облегчить ориентацию в пределах счетного участка: улицы и дороги, строения, гидрологические объекты и т. д.
- Согласованную легенду карты, включающую точные наименования и коды административных еди-

ниц и счетных участков, стрелку, указывающую на север, шкалу масштаба и пояснения знаков, использованных для географических объектов.

2.345 На рисунке II.37 показаны компоненты гипотетической карты счетного участка в городе. Все объекты хранятся в отдельных слоях карты в одной и той же пространственной системе отсчета или как графические шаблоны. Главными компонентами являются уличная сеть, строения и слой границ счетных участков. Кроме того, в отдельных слоях данных хранятся комментарии, обозначения, надписи и номера строений, хотя они мо-

гут также добавляться динамически. Последним компонентом является шаблон, состоящий из рамок и легенды, которая одинакова для всех счетных участков. На рисунке П.38 представлена полная карта счетного участка со всеми компонентами, наложенными на одну демонстрационную карту. В зависимости от размаха деятельности по картированию переписи и сложности счетного участка его карта может содержать как меньше, так и больше информации, чем эта карта, данная в качестве примера.

2.346. Во многих странах макеты карт счетных участков могут быть сделаны проще, чем в этом примере. Вместо полностью интегрированных цифровых базовых карт в векторном формате, например, могут быть использованы растровые изображения топографических карт в качестве фона для границ счетных участков. В некоторых случаях карты объектов могут быть генерализованы в большей степени, например улицы могут быть представлены их осевыми линиями, а многоуголь-

ники использоваться для представления целых городских кварталов, а не отдельных домов.

2.347. Необходимо принять решение относительно формата и цвета. При наличии лазерных печатающих устройств с высоким разрешением карты счетных участков обычно изготавливаются на бумаге формата А4 или формата, принятого для факсимильной печати, при условии что счетные участки не слишком велики и сложны. По сравнению с крупноформатными печатающими устройствами или графопостроителями эти устройства и дешевле, и производительнее. Поскольку объем печати карт счетных участков измеряется тысячами экземпляров, то эти соображения важны. Проблемы могут возникнуть там, где очень большой счетный участок содержит какие-нибудь небольшие, но густонаселенные территории. Для таких территорий нужно или печатать карты более крупных форматов, или предусмотреть в макете карты врезки, подробно показывающие густонаселенные части счетных участков.

Рамка П.5. *Составление рабочих карт для переписи населения в 2001 году в Соединенном Королевстве*

2.348. В Соединенном Королевстве географический проект переписи населения предусматривает обеспечение картами сотрудников на местах, чтобы они могли эффективно раздавать и собирать анкеты переписи. Около 70 000 счетчиков будут выполнять эту работу на счетных участках (СУ). Должностные лица, проводящие перепись, и их помощники (соответственно, 2000 и 6000 человек) будут руководить группами счетных участков, которые называются счетными округами (СО). Руководители счетных территорий (приблизительно 120 человек) будут руководить группами счетных округов. Сотрудникам каждого уровня потребуются карты, точно соответствующие величине территорий, которые они курируют. Для репетиции переписи, проводимой в 1999 году, и переписи населения, планируемой на 2001 год, географический проект будет использовать систему, основанную на ГИС, для планирования и картирования счетных участков и округов.

2.349. *Требования к составлению карты.* Каждая карта счетного участка или округа должна представлять собой черно-белую растровую карту-основу масштаба 1:10 000 для демонстрации реального контекста с простыми цветными линиями, показывающими границы счетных участков и округов, а также другие установленные законом границы и должна содержать условные коды счетных участков и округов и, для карты счетных округов, наименования административных районов города. Необходимо также показать логотип учреждения, ориентацию и масштаб карты и информацию, относящуюся к авторским правам. Для удобства использования каждая карта должна по возможности уместиться на листе формата А4, и поэтому масштаб фоновой карты должен быть между 1:1250 и 1:10 000. Там, где масштаб карты выходит за эти пределы, карта должна изготавливаться на листах формата А3, А2 и даже (для некоторых сельских территорий) А1. Перепись населения 2001 года потребует приблизительно 70 000 карт счетных участков (90% которых уместятся на листах формата А4 и 10% — на листах других форматов), 2000 карт счетных округов и других печатных продуктов, как более высокого уровня, так и специальных.

Рамка П.5. (продолжение)

2.350. *Подход к составлению карты.* В Соединенном Королевстве географическое учреждение, осуществляющее перепись населения, пользуется стандартным коммерческим программным обеспечением ГИС, которое имеет достаточно средств для создания и распечатки карт. Оно включает диалоговую процедуру, посредством которой операторы могут составить список счетных участков, которые они желают напечатать, и запустить процедуру групповой печати. Эта процедура создает распечатку для каждого счетного участка с использованием шаблонов с размерами, обеспечивающими приемлемые масштабы карты. Сначала распечатки изготавливаются в формате PostScript, но потом автоматически преобразуются в формат PDF, который характеризуется меньшими размерами файлов и более высокой скоростью печати. Система затем автоматически посылает файл PDF на печатающее устройство и помещает его в архивную директорию. Усовершенствование процедуры за счет использования одного только формата PDF вместо файлов PostScript снижает общее время выдачи примерно в десять раз. Учитывая объем данных, экономия времени очень значительна.

2.351. Преимущества усовершенствованной системы:

- Полная автоматизация групповой печати выбранных карт.
- Общее время печати заметно сокращается.
- Размеры создаваемых файлов значительно сокращаются в сравнении с форматом PostScript. В типичных случаях сокращение достигает 70%, хотя иногда бывает не больше 20%.
- Система может в одном и том же прогоне групповой печати учитывать меняющиеся размеры распечаток.
- Архивированные файлы могут быть легко извлечены, просмотрены в программе Acrobat и напечатаны.

Источник: Управление национальной статистики, Соединенное Королевство.

2.352. Хорошо спроектированные карты счетных участков обычно достаточно продуктивно работают в черно-белом исполнении. Хотя цветные принтеры относительно дешевы, их производительность ограничена, а расходные материалы часто весьма дороги. Кроме того, хорошо выполненные черно-белые карты могут фотокопироваться без потери информации, что позволяет местным сотрудникам по мере необходимости печатать дополнительные копии карт счетных участков. Однако там, где позволяют ресурсы, цвета могут сделать макет карты более ясным. Например, границы счетных единиц могут быть обозначены на карте яркой цветной линией.

2.353. В дополнение к резервным копиям, которые хранятся в центральном учреждении, отвечающем за составление карт, должны изготавливаться несколько копий карт всех счетных участков. Такие карты должны быть доступны местным отделениям переписи, инспекторам и счетчикам, каждому из которых могут потребоваться четыре или пять их копий. Если работы по составлению карт сосредоточены в одном или нескольких учреждениях, проводящих перепись, то одним из возможных подходов может быть распространение

файлов цифровых карт вместо их твердых копий. Эти файлы могут быть переданы местным учреждениям переписи на дискете, CD-ROM или через Интернет. Если карты будут экспортироваться в файле общего формата, таком, например, как формат переносимых документов (PDF) или графический файл, встроенный в общий формат программ обработки текстов, местным учреждениям не понадобится доступ к картографическому программному обеспечению. Такие файлы могут быть распечатаны в любой общей компьютерной системе. Этот подход позволяет местным учреждениям печатать копии карт счетных участков в необходимых количествах и быстро разрешать проблемы, такие, например, как потеря печатных копий карт.

2.354. Если база данных согласована и хорошо организована, то изготовление карт счетных участков будет происходить достаточно быстро. Печать карт счетных участков не потребует профессиональных пакетов программ ГИС, а может быть выполнена на сравнительно дешевых настольных картографических пакетах программ. Некоторая часть этого процесса может быть автоматизирована за счет использования языка встроенных макрокоманд используемого программного обес-

печения. Например, список счетных участков может сопровождаться ограничивающими их координатами (так называемыми рамками карты), выраженными в единицах, принятых на этой карте. Программное обеспечение может быть настроено на просмотр всего списка с включением содержимого слоев данных в предварительно подготовленный шаблон, показывающий легенду и другую информацию, размещаемую на полях карты, и распечатку заданного числа копий.

Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВО ВРЕМЯ РЕГИСТРАЦИИ

2.355. Главный вклад цифрового составления карт в успешное проведение переписи населения приходится на время до и после регистрации. Однако составление карт полезно также непосредственно во время регистрации для поддержки организационного планирования и для наблюдения за ее проведением. В то же время проведение переписи населения дает учреждению, отвечающему за нее, возможность еще раз проверить качество цифровой базы данных переписи. Оба этих аспекта обсуждаются ниже.

1. *Использование цифровых карт для организационного обеспечения переписи населения*

2.356. В процессе переписи населения карты используются для многих целей. При этом важно отметить активную роль ГИС в планировании подготовительных работ и организационного обеспечения переписи. Распределение административных территориальных единиц по операционным зонам, размещение отделений на местах и планирование перемещений работников на местах и счетчиков — это только несколько примеров задач, для решения которых может быть полезна ГИС. Если планируется использование для переписи цифровых карт, то картографический отдел учреждения, проводящего перепись, должен очень быстро разработать базу данных ГИС с грубым разрешением. Эта система может состоять из мелкомасштабных цифровых карт (масштаба 1:500 000 или 1:1 000 000), отображающих поселки, дороги, реки и административные подразделения. В большинстве случаев необходимые сведения могут быть получены из существующих источников. Даже Цифровая карта мира — унифицированная цифровая карта масштаба 1:1 000 000 (Danko, 1992; и Tveite and Langaas, 1995) — может быть полезной для этих целей.

2.357. Многие пакеты ГИС предлагают функции сетевого планирования, которые позволяют плановикам определять расстояния и стоимость поездок по имеющейся сети дорог. В пределах урбанизированных террито-

рий поездки не представляют серьезной проблемы. Но в сельской местности большие расстояния и природные препятствия, затрудняющие проезд, увеличивают стоимость работ на местах. Кроме того, этот фактор может играть роль в определении размещения местных филиалов, отвечающих за целый ряд участков инспекторов или руководителей групп. Размещение филиалов на местах должно быть произведено так, чтобы минимизировать время поездок и облегчить таким образом контрольные функции региональных работников, отвечающих за проведение переписи. Для определения и показа возможных распределений региональных командировок могут быть использованы функции ГИС, осуществляющие агрегирование площадей.

2.358. Использование ГИС для организационного обеспечения не идет ни в какое сравнение по важности с использованием цифровых методов для выполнения настоящих картографических задач переписи. Многие задачи могут быть столь же хорошо решены путем изучения опубликованных карт. Преимущество использования ГИС для этих целей состоит в том, что расстояние и время поездки будут оцениваться более точно и специалисты, проводящие перепись, смогут быстро составлять карты, отражающие различные аспекты процесса планирования переписи. Более того, разработка в масштабах страны небольшой мелкомасштабной базы данных ГИС является хорошим подготовительным упражнением для намного более трудной задачи создания подробной географически соотнесенной базы данных для проведения переписи.

2. *Мониторинг хода переписи*

2.359. Во время переписи населения и выполнения работ, проводимых после регистрации, персонал центрального органа, осуществляющего перепись, будет следить за ходом переписи и обработки данных. Обычно региональные учреждения, проводящие перепись, составляют сводки о ходе переписи и ее первых результатах. Центральный орган собирает эту информацию и оценивает ее для того, чтобы определить, где операции проходят гладко и где могут возникнуть проблемы.

2.360. Некоторые страны осуществляют так называемую стратегию быстрого счета, при которой незамедлительно и срочно подсчитывается общая численность населения и сравнивается с предыдущими оценками. Территориям, в пределах которых сообщаемые цифры необычно велики или малы, следует сразу же уделить особое внимание. По традиции эти оценки представляются в табличной форме. Однако если существует подробная цифровая картографическая база данных переписи, то эта информация также может быть показана географически (то есть на карте). Это облегчает выделение проблемных территорий.

2.361. На практике любая нужная статистическая сводка может быть составлена в системе стандартной реляционной базы данных. Примерами служат индикатор, показывающий завершенность или незавершенность регистрации в пределах учетной территории, или процент счетных участков, завершивших регистрацию в каждом районе. Специалисты, проводящие перепись, могут затем регулярно передавать эту информацию в базу данных ГИС и готовить выходную карту для оценки ее всеми инспекторами переписи населения.

2.362. Основным условием такого быстрого осуществления процедуры контроля качества является срочная передача информации от инспекторов в региональные отделения и далее в центральные органы. Самым быстрым способом обмена этой информацией является Интернет. Если местные и региональные наблюдатели имеют доступ в Интернет, то информация может быть передана через защищенный паролем интерфейс базы данных во Всемирной компьютерной сети.

3. *Обновление и исправление карт счетных участков во время переписи*

2.363. Весьма вероятно, что, несмотря на программу всестороннего контроля качества, осуществляемую во время составления карт, многие карты счетных участ-

ков будут несовершенны. Например, во время подготовительных работ на местах некоторые строения или улицы могут быть пропущены или отмечены на картах неправильно. Более того, поскольку картографические работы на местах должны проводиться за несколько месяцев или даже лет до начала переписи, на картах счетных участков, конечно, не будут учтены новые здания и новая инфраструктура.

2.364. В дополнение к обучению методике сбора данных и элементарным навыкам чтения карты учреждение, проводящее перепись, должно также обучить счетчиков в ходе регистрации снабжать карты счетных участков примечаниями, указывающими на любые ошибки или пропуски. По завершении переписи сотрудники картографического отдела должны собрать карты счетных участков и рассмотреть все предлагаемые изменения. Для их реализации может потребоваться либо выполнение соответствующих исправлений только в цифровой базе данных переписи, либо проведение некоторых дополнительных работ для проверки на месте. Этот процесс сможет обеспечить положение, при котором учреждение, проводящее перепись населения, будет иметь самую последнюю информацию о счетных участках, что уменьшит рабочую нагрузку на картографические отделы в период подготовки к проведению будущих переписей или обследований.

III. Мероприятия по завершении переписи

А. ВВЕДЕНИЕ

3.1. В предыдущей главе обсуждалось использование ГИС для обеспечения регистрации в ходе переписи населения. В следующих разделах мы обсудим задачи, которые должен решать в период после переписи и между переписями географический отдел организации, проводящей перепись, а также распространение и использование геосоотнесенных материалов переписи.

3.2. При наличии цифровой базы данных ГИС, содержащей полную информацию о результатах переписи населения, статистические базы данных для ГИС административных или статистических учреждений легко создаются агрегированием. Однако к 2000 году многие страны еще не смогут использовать цифровую технологию для составления карт счетных участков. Эти страны могут предпочесть разработку геосоотнесенной цифровой базы данных переписи, предназначенной для составления карт типографского качества, включения их в отчеты о результатах переписи и использования для приложений внутри страны или для распределения среди внешних пользователей, желающих анализировать данные переписи населения с учетом пространственного распределения. Такая база данных может быть создана как для территориальных единиц подходящего уровня административной иерархии, так и для других укрупненных территориальных единиц статистического учета. На этом уровне агрегирования для создания цифровой базы данных требуется намного меньше ресурсов, чем для полной цифровой картографической базы данных счетных участков.

3.3. Предполагается, что полная цифровая база данных участков переписи населения или жилых помещений была создана специально для переписи населения, о чем говорится в настоящей главе. Чтобы оправдать большие капиталовложения, необходимые для разработки таких баз данных, учреждения, проводящие перепись населения должны иметь в виду долгосрочную перспективу. Таким образом, первоочередные задачи, решаемые по завершении переписи населения, — это всего лишь первые шаги по подготовке картографических материалов для следующей переписи.

3.4. В трех основных разделах этой главы обсуждаются задачи управления, относящиеся к используемым после переписи и между переписями географическим базам данных и к разработке и распространению готовых продуктов. Последний раздел посвящен некоторым более сложным темам, например разграничению

городских и сельских территорий и методам обработки несовместимых географических подразделений.

В. ЗАДАЧИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПОСЛЕ ПЕРЕПИСИ И МЕЖДУ ПЕРЕПИСЯМИ

1. *Первоочередные задачи*

a) Внесение корректировок и изменений, предложенных счетчиками

3.5. Учреждение, составляющее карты переписи, должно обязать счетчиков указывать на любые ошибки или несоответствия в разграничении счетных участков или в объектах базовой карты, обнаруженные во время переписи на картах счетных участков. Местные инспектора должны собирать карты счетных участков после регистрации и пересылать их в учреждение, составляющее карты переписи на основе этой информации. Учреждение, занимающееся географией переписи, может внести изменения в картографическую базу данных, которая была использована для составления карты счетных участков. У такой процедуры есть два преимущества.

3.6. Во-первых, эта процедура обеспечивает составление таблиц и разработку цифровых и печатных картографических продуктов переписи, основанных именно на том разграничении счетных участков, которое использовалось во время переписи. Во-вторых, фиксация изменений границ счетных участков в эталонной цифровой картографической базе данных облегчит будущую перепись населения или другие мероприятия по сбору статистических данных, базирующихся на тех же или сходных географических учетных единицах.

b) Согласование между участками, используемыми для сбора данных, и участками, используемыми для составления таблиц или статистического учета

3.7. Для учреждения, отвечающего за составление карт, наиболее важной задачей по окончании переписи является поддержка разработки табличных статистических данных на основе статистических отчетов о результатах переписи. Данные переписи необходимы для многих типов агрегированных территорий, так как пользователи из разных секторов заинтересованы в географических территориях в качестве основы для планирования и оперативного управления. Поэтому

счетные участки необходимо агрегировать до этих разнообразных учетных единиц, что необходимо для разработки широкого диапазона выходных продуктов, представляющих результаты переписи населения.

3.8. Согласование между участками, используемыми для сбора данных, и участками, используемыми для составления таблиц, требует разработки *файлов эквивалентности* или *сравнимости*. Эти файлы перечисляют для каждого участка территории, данные по которому должны войти в таблицу, все составляющие его счетные участки. Как только такие списки составлены, агрегирование может быть осуществлено с помощью стандартных операций базы данных.

3.9. Разработка файлов эквивалентности упрощается при использовании удачно выбранной схемы кодирования. Это еще раз подтверждает важность разработки на ранних стадиях проектирования карты переписи интуитивно понятных и гибких правил присвоения каждому из счетных участков однозначно определяемых цифровых или алфавитно-цифровых кодов.

3.10. Число территориальных единиц, по которым выдается информация и которые поэтому нуждаются в создании файлов эквивалентности, может быть очень большим. Кроме судебных и административных территориальных единиц, таких, как районы или области, агрегирование данных переписи населения может понадобиться для целого ряда территориальных единиц,

используемых для планирования или оперативного управления. Примерами могут служить санитарные участки, школьные участки, зоны транспортного планирования, избирательные округа, сферы действия предприятий коммунальных услуг, почтовые зоны и зоны планирования природоохранных мероприятий (см. рисунок III.1). В некоторых случаях они могут совпадать с административными единицами, но чаще они несовместимы со стандартными учетными единицами территории. Кроме того, специальные запросы на составление таблиц вполне могут возникнуть в частном и учебных секторах. Разработка надежных процедур для создания и ведения файлов эквивалентности является, таким образом, важной задачей для учреждения, занимающегося картированием переписи.

3.11. Дополнительные файлы сравнимости должны создаваться для согласования новых счетных участков со старыми или со статистическими учетными единицами. Поскольку и территории сбора данных, и территории, отраженные в таблицах, подвержены регулярным изменениям, пользователям результатов переписи населения трудно отслеживать изменения показателей переписи во времени. Географическое подразделение управления, осуществляющего перепись, должно поэтому отслеживать эти изменения в географии переписи населения страны и обеспечивать пользователей файлами сравнимости для согласования данных прошлых и текущих переписей населения.

Рисунок III.1. Примеры территориальных единиц, используемых в таблицах результатов переписи населения, и участков статистического учета



2. Ведение базы данных

а) Архивирование базы данных

3.12. После исправления обнаруженных ошибок и несоответствий в эталонной цифровой базе данных переписи должны быть созданы и архивированы эталонные копии всех наборов данных ГИС. Эта база данных, в которой география переписи населения заморожена по состоянию на момент переписи, будет служить основой для всей картографической продукции, включая справочные и тематические карты результатов переписи и цифровые выборки из этой эталонной базы данных, предназначенные для распространения среди пользователей. Все результаты переписи, которые по ее завершении заносятся в таблицы, будут соотноситься с эталонными территориальными единицами этой базы данных. Подразумевается также, что вся документация и метаданные тщательно проверены, так что учреждение, отвечающее за перепись населения, будет способно ответить на любые могущие возникнуть в будущем вопросы, касающиеся этих данных. Копии эталонной базы данных должны быть архивированы в надежном месте сразу по завершении работы над базой данных.

3.13. Для учреждений, проводящих перепись и имеющих постоянную программу ее картографической поддержки, копия этой базы данных будет служить основой регулярного обновления карт в период между переписями. Преимущества программы постоянного обновления карт обсуждаются в следующем разделе.

б) Ведение базы данных. Преимущества постоянной картографической программы

3.14. Как уже отмечалось в этом *Руководстве*, преимущества цифровой картографической программы обработки результатов переписи населения смогут компенсировать затраты на ее разработку и эксплуатацию только при условии, что итоговая база данных переписи будет использоваться во многих других приложениях, не связанных непосредственно с основной задачей обработки результатов переписи. Весь спектр потенциальных преимуществ может быть реализован только в том случае, если база данных будет поддерживаться таким образом, чтобы корректировки приложений для обработки результатов будущих переписей населения требовали сравнительно небольших ресурсов. Как разворачивание картографической базы данных для наибольшего числа приложений результатов переписи, так и обеспечение максимального использования существующих цифровых данных в последующих переписях населения возможны только тогда, когда программа составления карты результатов национальной переписи населения обладает высокой степенью

преемственности. Таким образом, преемственность географической поддержки результатов переписи населения обеспечит отдачу капиталовложений в разработку базы данных.

3.15. Один из аспектов этой ситуации заключается в том, что учреждение, ведущее картографическое обеспечение переписи, должно выполнять процедуры ведения базы данных сразу по завершении переписи населения. Это подразумевает непрерывное обновление границ и других элементов карты по мере поступления новой информации. В период между переписями должна действовать четкая система автоматизированного управления обновлением версий, определяющая порядок выполнения и документирования изменений в базе данных. Например, только один сотрудник или небольшая группа сотрудников должны иметь право вносить изменения в эталонную базу данных. Это позволит избежать ситуации, когда некоторые сотрудники вносят изменения в различные версии базы данных, которые потом приходится согласовывать.

3.16. В период между переписями учреждение, ведущее картирование переписи, должно отслеживать новые тенденции в этой области и новые подходы других учреждений, решающих аналогичную задачу. Таким образом, это учреждение будет в курсе всех решений о капиталовложениях в модернизацию компьютерных программ и оборудования. Если учесть быструю смену технологий, становится понятным, что в период между переписями могут потребоваться периодические капиталовложения в эти области для обеспечения высокого качества обслуживания переписи.

3.17. Разработка цифровых картографических данных требует опыта использования компьютеров, специализированных пакетов программ, а также знание географических концепций. Из соображений экономии обучение персонала разумно ограничить основными концепциями и задачами ГИС. Для успешного выполнения долговременной программы картирования переписи преемственность кадров является решающим фактором. Учреждение, проводящее перепись, должно определить ключевых сотрудников, которые будут эксплуатировать базу данных в период между переписями, обеспечивать обслуживание ГИС для других статистических приложений, таких, как выборочные обследования, и служить в качестве «памяти» учреждения. Это облегчит беспрепятственное применение ГИС-приложений для следующей переписи населения. Ключевые сотрудники могут, например, обучать временных работников, нанятых для работы на дигитайзере или для работ на местах. Сохранение ключевых сотрудников сократит также пусковые издержки, необходимые в противном случае для найма экспертов по ГИС, которым потребуется некоторое время для полной интеграции в картографический процесс обеспечения переписи.

3.18. Здесь мы еще раз подчеркнем важность перспективного взгляда на картографическую деятельность, сопровождающую переписи населения. Выгоды от долговременной стратегии вполне оправдывают дополнительные ресурсы, необходимые для поддержки картографического потенциала учреждения в период между переписями.

С. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕПИСИ

1. *Планирование распространения данных*

3.19. Определение состава выходных картографических продуктов и планирование их выпуска должны быть тесно увязаны с подробным графиком всего проекта переписи населения. Для составления таблиц результатов переписи может потребоваться картографическая информация о географической единице, в которой осуществляется перепись, и, наоборот, тематические карты и цифровые географические базы данных могут быть завершены только тогда, когда завершена обработка данных переписи.

3.20. Выбор состава выходных продуктов необходимо основывать на детальной оценке потребностей заказчиков, то есть изучении рынка, которое должно осуществляться на ранних стадиях планирования переписи. Для того чтобы обеспечить обратную связь с пользователями, планы распространения продуктов нужно разрабатывать как можно раньше и публиковать как можно шире.

3.21. Полезно создать консультативный орган, состоящий из представителей важнейших групп пользователей результатов переписи, члены которого могли бы содействовать проведению переписи. Функции консультативного органа не должны ограничиваться стадией планирования переписи; этот орган может выполнять роль постоянного формального или неформального механизма обмена идеями между учреждением, проводящим перепись, и пользователями данных. Приведенные во введении к настоящему *Руководству* примеры использования статистики переписи населения, осуществленной на небольшой территории, дают некоторое представление о том широком круге пользователей данных, на интересы которых должно ориентироваться учреждение, проводящее перепись.

3.22. При определении состава выходных продуктов не следует целиком полагаться на предыдущий опыт, то есть на продукты, которые были популярны у пользователей данных предыдущих переписей. Требования меняются, частично в ответ на меняющиеся технические возможности пользователей данных. После последнего

цикла переписи населения продукты цифровой картографической базы данных используются редко, однако такие продукты будут одним из важнейших видов выходных данных текущего цикла переписи. Хотя во многих странах спрос на печатные копии карт может быть выше, чем спрос на цифровую информацию, эта ситуация вполне может измениться в ближайшем будущем. Таким образом, учреждение, ведущее картование переписи, должно гибко реагировать на меняющиеся потребности и специальные запросы заказчиков.

3.23. Планируя стратегию выпуска выходных данных, целесообразно заглядывать на несколько лет вперед. Например, во многих странах Интернет может еще не быть главным каналом распространения данных. Но эта ситуация должна, по всей вероятности, измениться в ближайшие годы, так как инфраструктуры средств связи улучшаются во всем мире. Кроме того, новые группы пользователей будут появляться по мере создания новых продуктов переписи. Чтобы увеличить социальные выгоды от сбора данных переписи населения, учреждение, проводящее перепись, может активно искать новые группы потенциальных заказчиков и предоставлять им свои продукты.

3.24. Кроме того, учреждение, проводящее перепись, должно стараться оценить объем возможного спроса на свои продукты и услуги, для того чтобы получить некоторое представление о мощностях, которые потребуются для обслуживания запросов заказчиков. С другой стороны, это пожелание трудно выполнить, поскольку спрос может возрасти по мере внедрения новых продуктов переписи, так как все только что появившиеся пользователи будут открывать для себя эти продукты и осознавать их потенциальные возможности. Таким образом, выпустив некоторый продукт, учреждение, проводящее перепись, должно быть готово к тому, чтобы обслуживать растущий спрос на него. Целесообразно как можно раньше ясно определить, какие из запросов пользователей данных переписи должны быть удовлетворены, какие запросы желательно удовлетворить, и какие удовлетворять не следует. Четко выстроенный ряд приоритетов облегчит разработку графика распространения продуктов переписи.

3.25. Политика открытого распространения данных, то есть бесплатный доступ к данным или доступ по низкой цене, может помочь уменьшить нагрузку на учреждение, осуществляющее перепись населения. В странах, где данные переписи населения предоставляются бесплатно, специальные запросы некоторых пользователей данных переписи могут быть обеспечены частными поставщиками услуг. Такое положение дел позволяет учреждению, проводящему перепись, сконцентрировать свои усилия на тех пользователях данных, которых они обязаны обслуживать.

3.26. Некоторые географические выходные продукты переписи могут понадобиться для внутреннего и служебного использования. В состав таких продуктов могут входить файлы эквивалентности и библиотеки справочных карт, а также продукты специального назначения, такие, как карты избирательных округов. В некоторых странах закон обязывает учреждение, проводящее перепись населения, создавать определенные виды картографических продуктов. Эти продукты могут производиться либо на регулярной основе, либо по специальному запросу, например министерств или парламента.

3.27. Продукты более общего характера будут планироваться для более широкого распространения как среди пользователей государственного и частного секторов, так и среди широкой общественности. Учреждение, проводящее перепись, должно стараться использовать как можно больше каналов распространения.

3.28. В следующих разделах рассматриваются состав выходных продуктов переписи и различные способы их распространения; в числе прочего обсуждаются обязательные продукты, тематические карты, которые могут распространяться либо как печатные копии, либо в цифровом формате, распространение цифровых картографических баз данных, цифровые атласы переписи населения и создание карт в Интернете. Многие из этих выходных продуктов требуют досконального владения картографическими методами составления тематических карт. В настоящей главе рассматриваются только наиболее общие вопросы, касающиеся составления тематических карт. Приложение V дает более полный обзор вопросов, связанных с проектированием тематических карт.

2. Обязательные продукты

а) Файлы эквивалентности и сравнимости

3.29. Ранее уже отмечалось, что одной из первых обязанностей учреждения, отвечающего за картирование переписи, является создание этих файлов сразу же после переписи. Помимо того, что они непосредственно используются для составления таблиц результатов переписи, файлы эквивалентности являются выходным продуктом. Пользователи данных могут запросить информацию о том, какие из счетных участков принадлежат данной интересующей их учетной или административной единице или какие малые учетные единицы составляют более крупную отчетную единицу.

3.30. Файлы эквивалентности должны быть доступны как в виде печатной копии, так и в цифровом формате. Большинству пользователей, которые работают с цифровыми данными переписи, как пространственно

соотнесенными, так и табличными, будет удобно иметь эти файлы в машиночитаемом формате, так как эти файлы могут быть непосредственно применены в операциях базы данных.

б) Библиотека справочных карт

3.31. Кроме файлов эквивалентности учреждение, проводящее перепись, должно также производить справочные карты всех отчетных единиц. В некоторых странах учреждение, отвечающее за картирование переписи, по закону обязано выпускать такие карты для пользования государственными служащими и широкой общественностью.

3.32. Справочные карты могут распространяться в цифровой форме в виде простых графических файлов, файлов в формате PostScript или PDF. Однако не все пользователи смогут использовать цифровые файлы. Поэтому по запросу должен предоставляться также полный комплект печатных копий справочных карт.

3.33. Справочные карты должны сопровождаться детальным описанием, определяющим каждую географическую территорию, участвующую в переписи населения. Хорошим примером полной документации к справочным картам является «Справочное руководство по географическим территориям», изданное Бюро переписи населения США, которое имеется в Интернете.

с) Файлы географических справочников и центроидов

3.34. Хотя обычно ответственность за составление и выпуск географических справочников, то есть списков названий населенных пунктов с указанием их географического положения, лежит на национальном картографическом управлении, крупномасштабная национальная программа создания карты результатов переписи населения может помочь исправить или обновить информационную базу для национального географического справочника. В некоторых странах, где для получения таких данных нет других источников, географический справочник может быть одним из обязательных продуктов программы создания карты результатов переписи населения. Если программа составления карты результатов переписи широко использует данные, собранные с помощью глобальной системы определения местоположения, то разработка географического справочника, содержащего географические координаты всех населенных пунктов, значительно упрощается.

3.35. Географический справочник должен храниться и распространяться в цифровой форме, позволяя тем самым непосредственно использовать информацию о

координатах и названиях в ГИС. Было бы также полезно разработать простую систему запросов, в которой пользователи могли бы запрашивать координаты конкретного места, например координаты какой-нибудь деревни в какой-либо конкретной области. Такие данные могут быть получены через Всемирную компьютерную сеть посредством стандартного входного интерфейса базы данных Интернета.

3. Тематические карты, предназначенные для публикации

а) Возможности карты

3.36. Прежде чем обсуждать типы тематических карт, которые могут быть составлены для публикации результатов переписи населения, важно отметить, чем полезны тематические карты в этом случае:

- Карты передают концепцию или идею.
- Карты часто предназначены для пояснения текстовой информации. Если что-либо трудно объяснить словами, то вывод данных на экран в виде карты может помочь разъяснить сложные вопросы.
- Карты пробуждают любознательность зрителя. Они привлекают взгляд к определенным страницам доклада. Завоевав внимание читателя, они заставляют его прочесть сопутствующий текст.
- Карты передают большие объемы информации в сжатом виде. Было бы трудно сравниться со способностью карт представлять не только огромные количества чисел, но и информацию о пространственных отношениях между наблюдаемыми объектами. Например, карта плотности населения в округах Китая или США должна показать более чем 3000 значений данных. Такая карта могла бы быть напечатана на стандартной странице без существенных потерь для восприятия. С другой стороны, было бы трудно уместить 3000 чисел на странице такого размера, и эти числа все равно бы передавали меньше информации, например о том, где в стране расположены территории низкой или высокой плотности.
- Карты могут использоваться для описания, исследования, подтверждения, составления таблиц и даже для украшения. Карты служат многим целям. Демонстрационные карты в отчетах о результатах переписи населения обычно описательны по характеру. Они просто представляют результаты переписи или сами по себе, или же с некоторыми пояснениями. Наоборот, демограф или географ, интересующийся данными переписи, может использовать карты для того, чтобы исследовать отношения ме-

жду разными переменными, скажем между средней продолжительностью жизни и процентом грамотного населения. В окончательном докладе карты этих факторов могут быть использованы в дополнение к тексту и диаграммам для подтверждения результатов аналитика. Карта, таким образом, становится инструментом для подтверждения как тех результатов, которые могут быть получены одним только наблюдением карты, так и тех, которые не могут быть получены только таким путем. Кроме того, карты могут быть использованы просто для каталогизации, например чтобы показать все школы или поликлиники страны. Конечно, каталогизация быстро ведет к анализу, например указывая территории, которые не обеспечены в достаточной степени коммунальными услугами. Наконец, карты популярны потому, что они часто бывают красивы. Обратите внимание на тот факт, что на стенах учреждений обыкновенно висит много карт, в то время как очень немногие люди вешают на стены статистические диаграммы или числовые таблицы.

- Карты наводят на сопоставления. Какими бы ни были тематические карты, описательными или исследовательскими, главная их цель заключается в сравнении объектов в географическом пространстве. Сопоставления возможны между многими типами объектов:
 - Между разными территориями на одной и той же карте: где плотность населения наибольшая?
 - Между разными картами: где выше детская смертность — в районах области А или в области В?
 - Между разными переменными на одной и той же территории: в каких районах и насколько различается в процентах грамотность мужчин и женщин?
 - Между картами разных временных периодов: упал ли уровень рождаемости населения со времени последней переписи населения?

б) Составление тематической карты по результатам переписи населения

3.37. ГИС поощряет рассмотрение карты с такой точки зрения, которая абсолютно отличается от взглядов традиционной картографии. В компьютере карты могут быстро рисоваться на экране дисплея. Это свойство позволяет поддерживать такой способ работы, который максимально приспособлен для проверки достоверности данных, исследования структур данных и их анализа. Чтобы отличить карты, созданные на экране компьютера, от печатных или черновых бумажных карт, их иногда называют «виртуальными картами». На

ранних стадиях проекта цифрового картографического обеспечения переписи населения традиционному картографическому проектированию должно уделяться сравнительно мало внимания. Как показано в главе II, упор должен быть сделан на разработке базы данных и ее верификации. Даже составление карт счетных участков, которые показывают счетчику главные объекты его рабочего участка, обычно опирается на сравнительно простую схему картографического проектирования.

3.38. После того как результаты переписи обработаны, учреждение, проводящее перепись, обычно считает нужным довести карты до пригодного для публикации уровня, рассчитывая проиллюстрировать ими результаты переписи населения и снабдить ими публикуемые отчеты о результатах переписи. Такие карты рассчитаны на более широкий круг непрофессиональных пользователей и должны планироваться более тщательно, независимо от того, печатается ли конечный продукт в форме книги, публикуется ли на CD-ROM или помещается на web-сайте Интернета.

3.39. Таблица III.1 содержит ориентировочный список тематических карт, которые могут быть включены в атлас результатов переписи населения или помещены на web-сайт в Интернете учреждения, проводящего перепись населения (см. *Принципы и рекомендации...*). Можно рассмотреть целесообразность публикации многих других типов карт, охватывающих специальные темы или подробно рассматривающих интересные аспекты результатов переписи в регионах страны. Аналогично таблицам данных о результатах переписи населения, которые могут быть детализированы по полу, возрастной группе или по принадлежности к городским или сельским территориям, карты результатов переписи населения также могут быть разделены по группам населения. При наличии сопоставимых показателей предшествующих переписей населения могут быть информативными и карты, показывающие изменение объектов во времени.

Таблица III.1. Список тематических карт для атласа переписи населения

Динамика и распределение населения

- Относительное изменение численности населения
- Среднегодовой темп роста
- Плотность населения (человек на квадратный километр)
- Распределение и размер главных городов и поселков
- Показатели притока, оттока и чистой миграции населения
- Рожденные в стране и за границей

- Рожденные в другом районе страны

Демографические характеристики

- Соотношение полов (мужчин на 100 женщин), возможно по возрастным группам
- Процент населения в возрасте 0–14 лет
- Процент населения в возрасте 15–64 лет
- Процент населения в возрасте 65 и более лет
- Процент женского населения в детородном возрасте 15–49 лет
- Общая доля иждивенцев (процент населения в возрасте 0–14 и 65 и более лет к населению в возрасте 15–64 лет)
- Семейное положение
- Коэффициент рождаемости
- Общий коэффициент рождаемости
- Показатель смертности
- Показатель детской смертности
- Средняя ожидаемая продолжительность жизни с рождения

Социально-экономические характеристики

- Образовательный уровень населения в возрасте 10 лет и выше
- Коэффициент грамотности
- Неграмотное население в возрасте 10 лет и выше
- Уровень безработицы
- Безработное население (общая численность)
- Доля занятого населения
- Структура занятости по отраслям народного хозяйства

Домохозяйства и жилищные условия

- Среднее число человек на домохозяйство
- Среднее число жилых комнат на домохозяйство
- Форма владения (собственное жилище, арендуемое жилище и т. д.)
- Тип строительного материала
- Обеспеченность чистой водой
- Обеспеченность электричеством
- Обеспеченность водопроводом и канализацией

(Источник: «Принципы и рекомендации в отношении переписей населения и жилого фонда», первое пересмотренное издание. Издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.98.XVII.8.)

3.40. Годные для публикации карты переписи обычно составляются только для достаточно агрегированных статистических отчетных единиц. Учреждение, проводящее перепись населения, может выпускать обзорные карты страны, показывающие распределение показателей по областям или районам, а также более детальные карты для каждой области. Используя данные, полученные на уровне счетных участков или кварталов, для важнейших городских территорий могут быть составлены очень подробные карты.

3.41. ГИС и настольные картографические пакеты программ обеспечивают широкий спектр картографических функций, и поэтому многие коммерческие производители карт полностью переключились на цифровые методы. Тем не менее для создания высококачественных картографических выходных продуктов требуются значительный опыт и знания. Инструменты, предоставляемые компьютерными картографическими системами, не могут заменить собой картографические знания. Действительно, доступность простых в использовании пакетов картографических программ привела к широкому распространению карт, выполненных с нарушением многих традиционных основ картографического проектирования. Первоначально этот факт можно было объяснить нехваткой в первых поколениях пакетов программ ГИС подходящих картографических функций. В настоящее время этот же факт отражает использование таких пакетов программ пользователями, не обученными картографическим методам.

3.42. В большинстве учреждений, проводящих переписи населения, составлением карт для их последующей публикации и распространения должны заниматься профессиональные картографы. Если эти сотрудники будут обучены методам составления цифровых карт, то компьютерное производство высококачественных карт не будет вызывать у них сколько-нибудь серьезных трудностей.

3.43. Благодаря широкому распространению ГИС и настольных картографических компьютерных пакетов все большее число тематических карт составляется специалистами в конкретных областях знания, которые или мало, или совсем не обучались основам картографического проектирования. Поэтому в приложении V мы даем краткое изложение методов составления тематической карты. Информация, содержащаяся в приложении V, должна представлять интерес как для ключевых картографических сотрудников, так и для тех специалистов (как в самом учреждении, проводящем перепись, так и вне его), которые составляют карты, пользуясь цифровыми пространственными базами данных лишь время от времени. Превосходную дополнительную справочную информацию по картографии и составлению тематических карт можно найти в Robinson and

others (1995), Kraak and Ormeling (1997) и Dent (1999). MacEachren (1994) выпустил полезный учебник для начинающих по составлению тематических карт, специально предназначенный для тех пользователей ГИС, которые мало знакомы с картографией.

c) Вопросы создания и публикации тематических карт

i. Типы выпускаемых карт

3.44. По завершении переписи статистические учреждения создают картографические выходные продукты типографского качества, предназначенные для решения целого ряда задач. Вот некоторые примеры:

- Стандартные справочные карты, которые описывают каждую статистическую территориальную единицу, определенную во время составления таблиц результатов переписи (см. раздел C.2 b).
- Карты, которые иллюстрируют опубликованные доклады о результатах переписи населения или ее методологии. В этом случае карты скорее дополняют текст публикации, чем являются ее главным содержанием. Часто они печатаются в черно-белом варианте, что по сравнению с многокрасочной печатью и дешевле, и проще для воспроизведения. При необходимости широкого распространения число напечатанных копий будет довольно большим. Поэтому печать должна будет выполняться или в типографии учреждения, проводящего перепись, или по договору в другой типографии.
- Ассортимент публикуемых атласов переписи населения охватывает диапазон от небольших брошюр до универсальных атласов, содержащих десятки карт.
- В странах, где компьютеры получили широкое распространение, цифровые атласы результатов переписи населения являются рентабельной альтернативой печатным версиям. Атласы переписи населения могут быть основаны либо на стационарной предварительно подготовленной карте, либо на простом интерфейсе, обеспечивающем составление тематической карты в таком режиме, при котором пользователь может выбирать переменные для карты, схему группировки, картографические символы и цвета, а также основной макет.
- Карты могут быть также опубликованы в Интернете. И в этом случае выбор лежит между стационарными картами, не отличающимися от других опубликованных в Интернете изображений или фотоснимков, и динамическими картографическими интерфейсами, которые дают пользователю возможность управлять процессом составления тематической карты.

- По специальному запросу внутренних или внешних пользователей могут создаваться карты результатов переписи специального назначения в разных форматах. Такие продукты могут быть напечатаны учреждением в небольшом числе экземпляров на собственных устройствах вывода, таких, например, как лазерные или струйные принтеры.
- Материалы для презентаций, такие, как диапозитивы или крупноформатные плакаты по темам, связанным с результатами переписи населения, очень выигрывают от включения карт.

ii. *Картографические инструменты/компьютерные программы*

3.45. Первое поколение пакетов программ ГИС не смогло обеспечить пользователей удобными картографическими инструментами. Выходные данные карты задавались в командной строке или с помощью макроязыков. Чтобы поместить на карте текст, пользователь должен был задавать его координаты на странице карты, его размер и его стиль отдельными командами. Новое поколение настольных картографических пакетов весьма заметно улучшило функции картографического проектирования. Пользователь получил доступ к многочисленным комплектам шрифтов, стилям линий, узорам-заполнителям и графическим вставкам из библиотеки стандартных фрагментов, которые теперь могут быть включены в проект карты. Эти системы снабжены также специальными комплектами картографических символов, которые включают точечные или линейные символы, широко используемые в топографических и тематических картах. Пользовательский интерфейс настольных картографических пакетов, в общем, очень сходен с интерфейсом стандартных пакетов программ машинной графики, в которых пользователь может выбирать стили из интерактивных меню, а элементы карты можно перемещать и изменять их размеры с помощью компьютерной мыши. Изображение карты на экране вполне реалистично показывает, как она будет выглядеть напечатанной на странице.

3.46. Функции картографического проектирования современных настольных картографических пакетов и пакетов программ ГИС могут удовлетворить большинство потребностей пользователя (например, Waldorf, 1995). Однако для некоторых приложений профессиональные картографы предпочитают экспортировать основу карты из ГИС и импортировать ее или в электронную систему графического макетирования, или в пакет программ настольных издательских средств, или в пакет графических программ. Эти пакеты программ обеспечивают выполнение сложных графических функций, таких, как трехмерные эффекты, полутоновые заливки или изображения на прозрачной подложке, которые

позволяют картографу проявлять большую гибкость в проектировании. Для копирования из ГИС в графический пакет программ можно использовать две возможности. Первая состоит в использовании стандартного действия «вырезать и вклеить» операционной среды Windows. Вторая заключается в переходе через промежуточный файл в стандартный формат, который может быть импортирован пакетом графических программ (см. ниже раздел о возможностях выходных данных).

d) *Возможности выходных данных*

i. *Цифровые файлы*

3.47. Все ГИС и пакеты графических программ позволяют пользователю экспортировать макет карты в целый ряд форматов графических файлов. Это выгодно по многим причинам. В частности, обеспечивается обмен файлами между пакетами программ. Например, основа карты из ГИС и диаграммы из статистического пакета программ могут быть экспортированы в графический пакет программ, в котором проектируется окончательный макет страницы. Готовая графика может быть импортирована в компьютерные программы, обрабатывающие тексты для включения в доклад или публикацию. Большая часть графики в настоящем *Руководстве* была получена именно этим способом. Графические файлы могут быть помещены на web-сайте в виде стационарных картографических изображений, и ими можно обмениваться через электронную почту посредством файловых дополнений.

3.48. Форматы графических файлов, так же как и структуры данных ГИС, подразделяются на поддерживающие векторную графику и на растровые файлы, или файлы изображения. Растровые изображения представляют графические объекты в виде градаций цвета или серого тона крошечных точек (пикселей), расположенных в узлах регулярной сетки. Для графических изображений фотографического качества используются непрерывные цветовые тона или непрерывные градации серого. Более дискретные объекты, типичные для тематических карт, обходятся для своего показа меньшим разнообразием цвета.

3.49. Форматы векторной графики представляют графические объекты в виде точек, линий и площадей, опираясь на системы внутренних координат, которые могут быть либо машинно-независимыми, либо привязанными к размерам выходной страницы. Некоторые файловые форматы могут оперировать как с растровыми изображениями, так и с векторными объектами. Такие форматы полезны для тех карт ГИС, которые объединяют, например, снимки, полученные со спутников, со слоями данных из линий и многоугольников. Незави-

симо от того, используется ли растровый или векторный формат графики, информация может быть показана на экране или размножена печатающим устройством только после того, как графическое содержание будет преобразовано в растровый формат, поскольку они оба являются, по существу, растровыми. Это преобразование производится операционной системой компьютера и драйверами принтера в автоматическом режиме.

3.50. Ниже дается краткое описание наиболее часто используемых файловых форматов. Поскольку существуют десятки разных форматов, этот список никоим образом не может претендовать на полноту [см. подробный обзор в Murray and van Ruyper (1994)].

ii. *Форматы растровых изображений*

3.51. Растровые изображения могут быть созданы непосредственно в ГИС или в пакетах графических программ. В некоторых случаях бывают полезны две другие возможности для создания изображений. Одна из них использует команду запоминания содержимого экрана, имеющуюся в пакетах графических программ, ориентированных на растровый формат. Эти «захватчики экрана» иногда лучше сохраняют первоначальные цвета экрана, чем это делают функции экспорта ГИС или пакетов графических программ. Другая возможность состоит в использовании специализированных компьютерных программ или специального оборудования для обращения графических объектов в растровые изображения. Эти процессоры растровых изображений (RIP) могут, например, создавать изображения с очень высоким разрешением, сохраняя при этом все детали векторного формата. Однако размеры получающихся выходных файлов могут быть очень большими.

3.52. Размер файла зависит от двух факторов: числа цветов в изображении и степени сжатия изображения. Например, формат изображения, который поддерживает только два цвета (черный и белый), требует только одного бита для представления каждого пиксела. Форматы изображения с восемью битами (одним байтом) на один пиксел могут поддерживать до 256 цветов, а дисплеи высокого класса или форматы, которые используют 24 или 32 бита на пиксел, могут поддерживать более 16 миллионов цветов. Для тематической карты обычно достаточно сравнительно небольшого числа цветов. Для фотоснимков или графических изображений фотографического качества более полезным будет 16- или 24-битный формат изображения.

3.53. Большинство форматов изображения используют какую-нибудь форму сжатия, чтобы уменьшить размер файла. Простейшая схема сжатия — это кодирование длинами отрезков. Эта процедура используется также в некоторых растровых ГИС. Если в строке изображения много пикселов одного и того же цвета,

то система запоминает число повторений и цвет пиксела только один раз. Например, пять пикселов с цветом под номером 4 будут представлены парой чисел (5, 4), а не пятеркой чисел (4, 4, 4, 4, 4). Номер цвета в действительности представляет собой указатель на таблицу цветов, которая содержится в небольшом заголовке файла и включает описание цветов в общепринятой цветовой модели, такой, например, как RGB.

3.54. Некоторые стандартные форматы растровых файлов:

- **BMP.** Аппаратно-независимый битовый (DIB) формат Microsoft Windows. Он позволяет Windows выводить растровый образ на практически любые типы дисплеев. Это один из важнейших форматов растровых файлов. В этом формате кодирование длины серий поддерживается, но размеры файлов бывают обычно больше, чем у других форматов изображения.
- **TIFF.** Теговый формат файлов изображений — это один из наиболее широко поддерживаемых форматов растровых изображений. Он поддерживает различное число цветов и целый ряд схем сжатия. Изображения в таком формате могут быть импортированы большинством пакетов компьютерных программ, поддерживающих графику, хотя иногда могут возникнуть проблемы при импортировании изображений, созданных на оборудовании с разными платформами. TIFF особенно важен для географических приложений, поскольку он часто используется для показа на экране снимков, получаемых со спутников, аэрофотоснимков, сканированных карт или других растровых данных в ГИС или настольных картографических пакетах. Осознание потребности в стандартном независимом от платформы формате файлов для снимков, полученных со спутников, увенчалось разработкой стандарта GeoTIFF. Данный стандарт обеспечивает подробное описание информации, включенной в заголовок TIFF-изображения, который описывает всю географическую информацию, связанную с изображением, а именно картографические проекции, реальные координаты, протяженность карты и т. д., и в то же время удовлетворяет стандартным техническим требованиям TIFF. GeoTIFF поддерживается большинством основных поставщиков ГИС, а также правительственными и образовательными организациями. Технические требования приведены в Ritter (1996).
- **GIF.** Формат обмена графическими данными спроектирован для обмена растровыми изображениями между разными платформами. Он поддерживает схему сжатия, которая значительно уменьшает размеры файлов и поэтому оптимальна для

обменов через компьютерные сети. Формат был разработан службой CompuServe для использования в ее прежних версиях электронной доски объявлений. GIF, который поддерживает до 256 цветов, это один из двух форматов растровых изображений, поддерживаемых web-браузерами. Большинство нефотографических растровых изображений на web-страницах даются в GIF-формате.

- **JPEG.** Этот формат был разработан Объединенной группой экспертов по машинной обработке фотоизображений в качестве схемы сжатия для изображений, которые насыщены очень большим числом цветов или градаций серого, таких, например, как фотографии или графические изображения фотографического качества. Формат JPEG поддерживается также web-браузерами и используется для показа фотоснимков на web-страницах. JPEG поддерживает переменную степень сжатия, то есть не полностью обратим. Это значит, что фотографический снимок, экспортированный с высокой степенью сжатия, не может быть восстановлен до такой степени, чтобы показать все детали первоначального снимка.

iii. Векторные форматы файлов

3.55. Векторные форматы файлов более тесно связаны с векторными данными ГИС. Они могут представлять данные, описывающие линии или многоугольники, более компактно и сохранять полное разрешение первоначальных слоев данных ГИС. Ниже приведены некоторые стандартные форматы векторной графики:

- **WMF.** Метафайл Windows — это формат графических файлов для использования в операционной среде Windows. Наиболее часто он используется для векторных данных, но может также хранить растровые изображения. Расширенные WMF (EMF) файлы — это более полный вариант WMF-формата, разработанный для 32-битной операционной среды Windows (Windows 95 и NT). Среди Windows-приложений WMF является одним из наиболее стабильных форматов для экспортирования и импортирования графических файлов. WMF является также одним из форматов, используемых Windows для копирования графических объектов в другие приложения через буфер обмена.
- **CGM.** Метафайлы машинной графики используются в качестве международного стандарта для хранения двухмерных графических данных. Хотя первоначально он был разработан как чисто векторный стандарт, его более поздние версии поддерживают также и растровые изображения. Существуют три типа CGM-форматов: один из них — шифратор символов, который уменьшает размер

файла и увеличивает скорость передачи данных, другой — двоичный код для быстрого доступа, третий — формат передачи открытым текстом для файлового редактирования.

- **HPGL.** Графический язык компании Hewlett-Packard — это файловый формат, который первоначально использовался для перьевых графопостроителей. До появления крупноформатных струйных и электростатических принтеров перьевые графопостроители были наиболее широко распространенными устройствами вывода для проектов ГИС, требующих распечатывания карт больших форматов.
- **DXF.** Формат обмена чертежами был разработан фирмой Autodesk, производящей компьютерные программы и специализирующейся в системах автоматизированного проектирования (САПР) и в разработке компьютерных программ ГИС. Хотя первоначально этот формат проектировался для передачи собственных файлов Autodesk между разными платформами, DXF стал стандартным форматом информационного обмена, который поддерживается большинством пакетов ГИС и многими пакетами машинной графики.
- **PS и EPS.** PostScript является, по существу, языком программирования для описания векторных данных в файле со свободной формой представления текста. Этот формат наиболее широко используется для описания макета страницы. PostScript был разработан компанией Adobe, специализирующейся на пакетах машинной графики. Хотя этот формат был оптимизирован для масштабно-независимой векторной графики, файлы PostScript могут также включать растровые изображения. В основном формат PostScript используется в качестве выходного формата данных для отправки документов и графики на принтеры со шрифтами PostScript. Таким образом, PostScript является по сути форматом выходных данных. Многие пакеты графических программ поддерживают импорт файлов PostScript, но, поскольку система кодирования PostScript не полностью стандартизована, часто невозможно импортировать файлы PostScript для их последующего редактирования, если они были созданы в другой компьютерной программе. Это особенно касается тех файлов PostScript, которые проходят через обмену с разными платформами. Иногда невозможно даже импортировать файл PostScript, созданный в той же самой компьютерной программе.

Несмотря на то что часто нет возможности модифицировать импортированный файл PostScript, большинство пакетов компьютерных программ могут включать файлы PostScript в документ. Но в этом случае вместо содержимого файла на экране

дисплея будет показан только блок с меткой. Если же файл PostScript будет послан на принтер, то будет печататься настоящее содержимое файла PostScript. Поскольку файлы PostScript масштабируемы, размеры импортированной PostScript-графики можно менять так, чтобы заполнить нужную часть страницы.

- **PDF.** Этот формат переносимых документов также был разработан компанией Adobe. Первоначально его использовали для рассылки сложных документов, содержащих и текст, и графику, в Интернете. Файлы PDF могут быть созданы в любом текстовом или графическом пакете программ с помощью драйвера печатающего устройства Adobe Acrobat. Программу чтения PDF можно бесплатно загрузить из web-сайта Adobe. Некоторые эксперты предсказывают, что формат PDF заменит файлы PostScript в качестве основного стандарта для печати графики высокого качества. Язык PDF проще, чем PostScript, поэтому PDF-файлы легче преобразовывать в растровый формат. Преобразование графического файла в растровый формат необходимо для выдачи на экран компьютера и для печати с высоким разрешением.

iv. *Персональные принтеры*

3.56. Для распечатки небольших материалов или копий для контроля качества печати учреждение, проводящее перепись, должно иметь в наличии один или несколько принтеров. Далее кратко описываются наиболее популярные типы печатающих устройств (см. также Cost, 1997):

- **Струйные** принтеры осуществляют печать выходных данных, испуская через сопло на страницу струю электрически заряженных цветных капель. Жидкоструйные принтеры используют жидкую краску, которая высыхает в процессе испарения. Краска посылается через сопло гидравлическим давлением с помощью так называемой импульсной струйной технологии. В противоположность им термографические струйные принтеры используют тепло для создания пузырьков краски в сопле. Когда пузырек становится достаточно большим, он прогоняется через сопло на бумагу. Твердоструйные принтеры используют краску, которую необходимо расплавить перед тем, как выпустить струю на бумагу, где она быстро затвердевает. Точки, воспроизводимые на странице твердоструйными принтерами, мельче, чем точки, полученные с помощью жидкоструйной технологии. Струйные принтеры работают с обычной бумагой, но для достижения высшего возможного качества печати обычно рекомендуется использование бумаги со специальным покрытием, созданным специально

для работы со струйными принтерами. Из-за умеренной цены, удобства в обращении и возможности печати страниц различных размеров принтеры являются в настоящее время наиболее широко используемыми цветными устройствами вывода.

- **Термографические** принтеры требуют специальной бумаги и лент, покрытых красками, перемещаемых относительно термопечатающей головки. Краска плавится на бумаге в тех местах, где термопечатающая головка ее нагревает. Цветные ленты покрыты тремя (СМУ) или четырьмя (СМУК) цветами, поэтому необходимы три или четыре прохода термографической печатающей головки по бумаге. В термовосковых принтерах тепло фиксирует на бумаге слой цветного воска. В процессах, использующих термоперенос красителя, краситель диффундирует в поверхность печати. Принтеры с диффундирующим красителем дают обычно более высокое разрешение и больше разновидностей цвета, чем термовосковые принтеры.
- **Лазерные** принтеры используют лазерный луч и систему оптических устройств для того, чтобы выборочно разряжать фотопроводящую поверхность барабана. Противоположно заряженный тонер приводится затем в контакт с этой поверхностью и притягивается к участкам, которые сохраняют заряд. Тонер переносится затем на страницу и фиксируется. Процесс, сходный с электростатическим фотокопированием, используется для переноса изображения с барабана на бумагу. Благодаря монохромным лазерным принтерам достигается качество печати, близкое к профессиональным шрифтонаборным системам. Цветные лазерные принтеры только недавно достигли уровня цен, которые могут рассматриваться как разумные для большинства сред графических прикладных систем. Однако качество их печати все же недостаточно высоко, чтобы они могли заменить струйные принтеры как наиболее распространенные цветные печатающие устройства для небольших и средних по размеру лабораторий ГИС.
- **Электростатические** принтеры используют тонер, который переносится электрическими зарядами на непроводящую поверхность. Тонер или притягивается, или отталкивается. Прямые электростатические принтеры переносят заряд прямо на бумагу со специальным покрытием. Для каждого цвета тонер переносится отдельными проходами. Затем, после того как все цвета перенесены, тонер наплавается на бумагу. Другой электростатический процесс — это цветное ксерографирование. Данный процесс использует барабан или ленту, поверхности которых заряжаются при их освещении.

3.57. Технология печати постоянно совершенствуется, а ассортимент поставляемых продуктов очень велик. Для выбора подходящих принтеров учреждение, проводящее перепись населения, должно учитывать следующие критерии:

- Стоимость оборудования, обслуживания и печати в расчете на одну страницу.
- Производительность (страниц в минуту).
- Разрешение печати в точках на дюйм (dpi) и число цветов или градаций серого, которые могут быть воспроизведены.
- Размер носителей.
- Поддерживаемые типы носителей (обычная бумага, бумага со специальным покрытием, диапозитивы и т. д.).

3.58. Многие черновые карты нет необходимости печатать в цвете. Ведь черно-белые карты небольшого формата легче фотокопировать. Лазерные принтеры с форматом бумаги А4 и $21,6 \times 27,9$ см сочетают быструю печать с очень высоким разрешением (600 dpi и более). Они идеальны для печати докладов и других документов, которые состоят в основном из текста с небольшим числом графических иллюстраций и карт.

3.59. Цветные принтеры нужны для печати сложных карт, для которых недостаточно монохромного затушевывания и монохромных условных знаков. В настоящее время наиболее часто используемыми цветными печатающими устройствами являются струйные: от настольных принтеров с форматом А4 и форматом $21,6 \times 27,9$ см до крупноформатных принтеров, например с форматом 60×90 см или 24×36 дюймов. Эти принтеры производят высококачественные карты с разрешением 600 dpi. Скорости печати у струйных принтеров все еще сравнительно низки. Вероятно, в недалеком будущем цветные лазерные принтеры, которые пока еще не достигли такого же высокого уровня печати, заменят струйные принтеры в качестве наиболее популярных цветных печатающих устройств.

3.60. Основным фактором при выборе наиболее подходящих для проекта ГИС принтеров остается их стоимость. Надо иметь в виду, что покупная цена принтера — это лишь одна составляющая его стоимости, часто сравнительно небольшая. Несмотря на то что цены принтеров значительно упали, стоимость красящих картриджей и специальной бумаги остается достаточно высокой. В некоторых случаях создается впечатление, что очень низкие цены на оборудование поддерживают

сами производители печатающих устройств, надеясь получать прибыль в основном от поставок расходных материалов, специфичных для этого оборудования. Кроме сопоставления цен имеет смысл сравнить и стоимость печати стандартной страницы (например, при 5-процентном покрытии страницы краской). Специализированные компьютерные журналы часто публикуют данные таких сопоставлений.

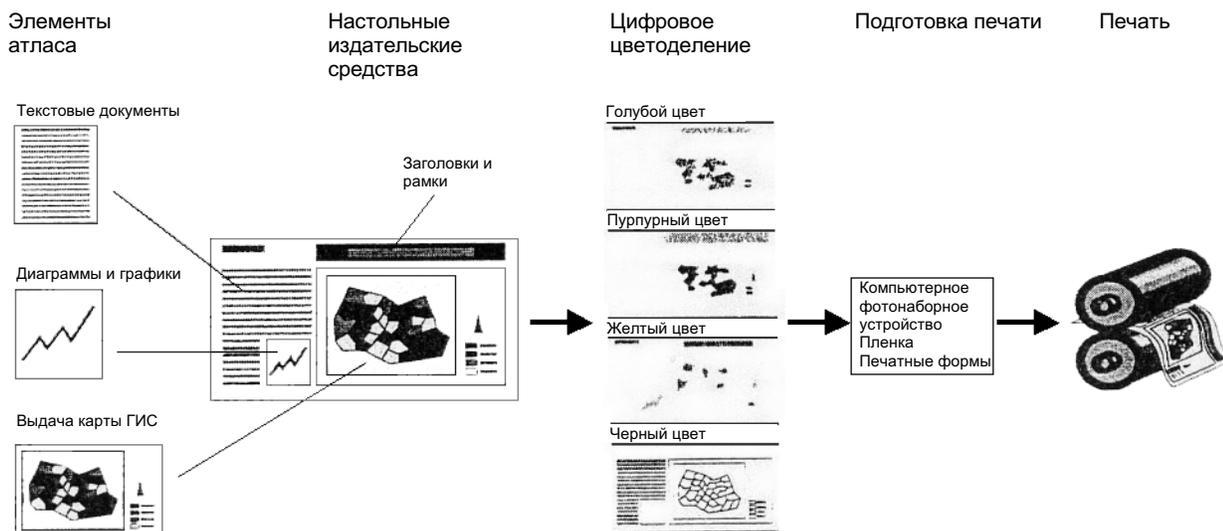
v. *Промышленная печать*

3.61. Для больших объемов печатных работ персональные принтеры обладают слишком малой скоростью, а стоимость печати страницы у них достаточно высока. Брошюры, плакаты или атласы переписи населения следует поэтому печатать в типографии учреждения или в типографии, имеющей соответствующий опыт. Если объем работы велик, то печать, основанная на использовании аналоговых процессов, при которых создаются печатные формы для литографских или аналогичных им печатных машин, в настоящее время продолжает оставаться и дешевле, и производительнее, чем печать, использующая цифровые принтеры. Эта ситуация может измениться в ближайшем будущем.

3.62. Однако вплоть до начала создания печатных форм процесс подготовки печати уже имеет почти исключительно цифровой характер. Типичный процесс создания цифрового атласа переписи населения показан на рисунке III.2. После начальной стадии планирования, во время которой определяется содержание текста, графики и карт, картографический персонал учреждения, проводящего перепись, готовит все карты, необходимые для включения в атлас. Эти карты хранятся в формате PostScript, то есть они полностью готовы для печати. Для сложных картографических проектов, которые включают графику, произведенную во внешних пакетах программ, или фотоснимки, макеты могут быть созданы в графическом пакете программ высокого класса. Другие сотрудники учреждения, проводящего перепись, будут создавать текст, сопровождающий карты, таблицы, ссылки и другие текстовые материалы в стандартных текстовых процессорах.

3.63. На втором этапе все элементы атласа объединяются в настольной издательской программе. Заголовки текстов, подрисовочные подписи, рисунки, тексты и графические элементы форматируются и сводятся в визуально привлекательный макет, который должен точно соответствовать размерам страницы печатного продукта. Эта работа может быть выполнена в самом учреждении или заказана другой организацией.

Рисунок III.2. Процесс цифровой печати



3.64. Когда окончательный макет атласа готов, он сохраняется в цифровом выходном файле. Наиболее распространенный файловый формат — это инкапсулированный файл PostScript, но некоторые программно-зависимые файловые форматы тоже могут быть использованы в профессиональных принтерах. Большинство профессиональных графических программ и настольных издательских пакетов могут производить цветоделение, результаты которого хранятся в одном или в отдельных файлах. Современные печатные машины используют четыре печатные формы — на голубой, пурпурный, желтый и черный цвета (так называемая цветовая модель CMYK). Цвета на картах и графике воспроизводятся как сумма этих четырех цветов в различных пропорциях. Цифровые файлы посылаются затем на компьютерное фотонаборное устройство, создающее пленку, из которой изготавливаются печатные формы. Использование цифровых файлов для изготовления пленки дает, как правило, наилучшие результаты. Воспроизводимые фотографическими методами оригинал-макеты, подготовленные на лазерном принтере, могут быть дешевле, но не дают столь же высокого разрешения. За исключением случаев, когда технологическая линия уже была установлена и проверена, обычно желательно, прежде чем начать изготовление печатной продукции, получить и оценить цветопробу печатающего устройства.

3.65. Полезные ссылки на цифровую подготовку материала для печати и цифровую печать есть в Romano (1996) и Cost (1997). Новейшие книги по картографии,

такие как Kraak and Ormeling (1997) и Robinson and others (1995), также обсуждают процессы цифровой подготовки материала для печати и цифровую печать. Многие поставщики печатного оборудования и компьютерных программ также дают исчерпывающую информацию и другие материалы на своих web-сайтах.

4. *Цифровые географические базы данных, предназначенные для распространения*

3.66. Еще какое-то время публикация печатных версий картографических продуктов, содержащих результаты переписи населения, будет оставаться одним из важнейших средств распространения географических результатов переписи. Степень доступности компьютеров меняется от страны к стране, но даже там, где компьютеры используются весьма широко, многие пользователи все же предпочитают печатную продукцию. Кроме выпуска печатных карт результатов переписи учреждение, проводящее перепись, должно, тем не менее, твердо следовать стратегии распространения результатов переписи с использованием цифровых карт.

3.67. Спрос на цифровые базы данных, содержащие выборки из эталонной цифровой географической базы данных учреждения, проводящего перепись, будет постоянно возрастать. Сведения о результатах переписи населения — это важный вклад в планирование политики и в научный анализ во многих отраслях знаний. Поддержка здравоохранения, распределение средств на

образование, коммунальные услуги и инфраструктуру и планирование избирательной кампании — это лишь некоторые приложения, для которых правительственным организациям могут потребоваться статистические данные о населении, пространственно соотнесенные с небольшими территориями. В свою очередь, коммерческие пользователи применяют эти данные для маркетинговых исследований и решения задач размещения.

3.68. Наличие широкого круга потенциальных пользователей результатов переписи, относящихся к небольшим территориям, означает, что учреждение, проводящее перепись, должно придерживаться стратегии многоуровневого распространения цифровых данных. В общих чертах различаются следующие типы пользователей:

- Продвинутые пользователи ГИС, которые хотят сочетать данные о результатах переписи населения для небольших территорий с данными собственных ГИС, например о помещениях и оборудовании медицинских учреждений, школьных округах или сферах сбыта.
- Пользователи в государственном, промышленном или частном секторах, умеющие пользоваться компьютером. Эти пользователи хотят иметь возможность просматривать пространственно соотнесенную тематическую информацию в базе данных результатов переписи. Им, конечно, захочется составлять тематические карты и, следовательно, уметь выполнять простые манипуляции с картографическими параметрами. Кроме того, им должно быть доступно осуществление простых аналитических функций, таких, как агрегирование счетных участков по нужным единицам территории.
- Начинающие пользователи, которые в основном хотят взглянуть на предварительно подготовленную карту на компьютере и, возможно, получить ответ на некоторые основные запросы.

3.69. Первая группа пользователей, несомненно, захочет иметь доступ к пространственной и атрибутивной информации в полном цифровом формате ГИС. Учреждение, проводящее перепись, должно снабжать пользователя полной документацией как о географических параметрах, используемых в базе данных ГИС, так и о конкретных переменных в базе данных переписи. Пространственная информация будет распространяться в открытом формате ГИС, который легко может быть преобразован в любые форматы коммерческих ГИС.

3.70. Для второй группы пользователей наилучшим может быть готовое универсальное приложение, разработанное для коммерческих или бесплатных настольных картографических пакетов. Требования к документации

в этом случае несколько ниже, поскольку пользователи вряд ли будут менять географические параметры базы данных или применять более сложные операции ГИС.

3.71. Для третьей группы пользователей, наконец, наилучшая стратегия распространения данных — это создание автономного цифрового атласа результатов переписи. Атлас может включать серию стационарных картографических изображений, например диапозитивов. Другим вариантом может быть простой интерфейс для представления заранее сформированных изображений карт, которые позволяют получать ответы на основные запросы. И стационарные карты, и простой интерфейс для представления карт можно получить через Интернет.

a) Определение состава данных

3.72. Первый этап в подготовке баз данных ГИС для полного издания заключается в определении состава данных. Необходимо решить следующие вопросы.

i. *Данные какого уровня издавать?*

3.73. Чтобы максимизировать суммарную выгоду от сбора данных переписи, целью учреждения, публикующего ее результаты, должно быть издание географически соотнесенных данных переписи на наиминимальном уровне, обеспечивающем неразглашение личной информации. Даже на уровне счетных участков могут существовать особые отчетные зоны, содержащие лишь несколько домохозяйств, для которых поэтому данные о переписи населения не могут быть опубликованы. В случае необходимости данные об определенных отчетных зонах должны быть удалены или закодированы.

ii. *Выбрать для переписи населения одну большую базу данных ГИС или семейство баз данных?*

3.74. В случае высокого разрешения база данных ГИС переписи населения будет состоять из тысяч отчетных единиц. Такие объемы данных находятся за пределами вычислительных возможностей среднего пользователя. Вместо распространения одной большой базы данных учреждение, публикующее результаты переписи, должно рассмотреть возможность издания целого семейства баз данных, содержащих результаты переписи. На промежуточном уровне агрегирования (например, на уровне округа) национальная сводная база данных может представить достаточно детальный обзор социально-экономических условий в стране. Для каждой крупной административной единицы или даже для каждого округа могут быть созданы отдельные базы данных, которые будут выдавать показатели на уровне ниже округов вплоть до счетных участков.

Кроме того, индивидуальные базы данных могут быть нужны для крупных городских территорий.

3.75. Наконец, точечная база данных о населенных пунктах страны с сопутствующими данными о результатах переписи пригодится тем пользователям, которые не нуждаются в пространственном разрешении базы данных ГИС на уровне отчетных единиц. Эта база данных должна, по крайней мере, включать все населенные пункты, классифицированные как поселения городского типа, и агрегировать показатели переписи для каждого поселка или города. Для нужд планирующих органов здравоохранения, образования или сельского хозяйства база данных должна быть в идеале доведена до уровня деревни. На уровне деревни база данных может основываться на географическом справочнике названий населенных пунктов и местностей, если такая информация собиралась во время составления карты переписи населения.

3.76. Предлагая базы данных для более мелких подразделений страны, можно расширить варианты использования этих данных. Многим пользователям нужна информация о результатах переписи только в пределах сравнительно небольшой территории. Для пользователей ГИС со средними вычислительными возможностями проще будет обрабатывать подмножество базы данных общенациональной переписи населения. Кроме того, в странах, где плата за доступ к данным выше, чем стоимость их воспроизведения, наборы данных меньшего объема будут по средствам большему числу некоммерческих пользователей.

3.77. Если базы данных распространяются по частям, следует позаботиться, чтобы отдельные части или элементы мозаичного изображения были совместимы. Это означает, что общие границы между территориями, описываемыми разными сокращенными вариантами эталонной базы данных, должны точно соответствовать друг другу. Отдельные части базы данных должны опираться на одну и ту же географическую систему отсчета и иметь те же описания типов данных базы. Если эталонная база данных, используемая учреждением, проводящим перепись, излишне детальна, для некоторых пользователей данных было бы удобно иметь также доступ к более генерализованной версии цифровой карты результатов переписи. Некоторые страны предлагают цифровые карты результатов переписи с разными номинальными масштабами карты или с разной точностью координат. Для пользователей, требующих очень высокой точности и детальности, плата может быть выше.

3.78. Многие коммерческие производители данных ГИС поставляют их в координатах широта—долгота (то есть географических координатах), а не в какой-нибудь специальной проекции. Географические коор-

динаты являются наиболее общей системой отсчета и могут быть легко преобразованы в другие проекции, если пользователь желает применять границы счетных участков в сочетании с другими слоями данных. Наоборот, отдельные национальные проекции и координатные системы могут не поддерживаться компьютерными программами ГИС. И тогда пользователи столкнутся с проблемами при применении базы данных переписи населения в приложениях, осуществляющих географический анализ.

iii. *Насколько тесно должны быть интегрированы границы и база данных?*

3.79. Базы данных ГИС результатов переписи населения характеризуются большим числом полей данных. Опросные листы переписи населения предоставляют информацию, которая может храниться в сотнях полей переменной длины. Обычно неразумно хранить все эти данные в одной и той же таблице. Лучше оставить небольшое число наиболее важных показателей в таблице географических атрибутов и сохранять оставшуюся информацию, используя серии отдельных таблиц. Эти внешние таблицы могут быть организованы по темам — демография, данные о домохозяйствах и т. д. По мере необходимости пользователь может присоединять таблицы к ГИС через общий географический идентификатор.

b) Форматы данных

i. *Координатные данные*

3.80. Пакеты компьютерных программ ГИС существенно отличаются своими форматами данных. Каждый коммерческий пакет программ имеет собственный формат данных. Кроме того, функции импорта и экспорта позволяют пользователю конвертировать данные из отобранных им внешних наборов. В некоторых случаях функции для такого преобразования надо приобретать отдельно.

3.81. Несмотря на некоторые усилия, предпринятые коммерческими и общественными группами ГИС (см. Open GIS Consortium, 1996), пока еще нет общепризнанного и широко используемого формата обмена данными. Формат векторного произведения (VPF), который был первоначально разработан для распространения Цифровой карты мира (базовой глобальной карты масштаба 1:1 000 000), был задуман в качестве общего стандарта обмена данными. Однако он так никогда и не был полностью принят коммерческими разработчиками ГИС.

3.82. Вместо этого несколько форматов обмена, разработанных ведущими поставщиками ГИС, стали де-факто стандартами, которые поддерживаются и другими сис-

темами компьютерных программ. Ниже кратко описаны наиболее важные из них:

- Формат AutoCAD DXF (.dxf) появился в сфере автоматизированного проектирования. Он удачно подходит для передачи географических координатных данных, но не так хорош для конвертирования атрибутивной информации.
- Экспортный формат Arc/Info (.e00) был разработан в качестве формата межплатформенного обмена для базы данных ГИС Arc/Info, разработанной в Институте исследования экологических систем — Environmental Systems Research Institute (ESRI). Экспортируемые файлы могут быть сжаты для уменьшения их размера. Однако для обеспечения максимальной совместимости обычно лучше использовать исходный экспортный формат. Выходные файлы могут быть затем сжаты с помощью стандартной программы сжатия и архивации, такой, например, как PKZIP. Формат (.e00) не опубликован, но многие другие пакеты программ ГИС имеют программы, разработанные для его импорта.
- Файлы форм ArcView (.shp) — это более простой формат, используемый настольной компьютерной картографической системой ArcView, разработанной в ESRI. База данных файлов форм включает несколько файлов, содержащих, соответственно, координатные данные, пространственный индекс и атрибутивные данные. Форматы этих файлов опубликованы, и многие другие системы ГИС могут импортировать файлы форм.
- Формат обмена MapInfo (.mif) используется для обмена файлов, произведенных MapInfo, ведущей настольной картографической системой. Файлы MIF записываются в формате ASCII и могут быть прочитаны многими программами.
- Формат файлов проектов MicroStation (.dgn) используется модульной средой ГИС (MGE) Bentley и географическими пакетами программ ГИС. Этот формат не поддерживает атрибутивные данные непосредственно, но обеспечивает связи с таблицами внешних баз данных. Отдельный экспортный формат объединяет географические и атрибутивные файлы.

3.83. Все эти форматы поддерживают информацию как о границах, так и об атрибутах. Любой коммерческий пакет ГИС всегда имеет функцию импорта, по крайней мере для одного или двух из этих форматов. В идеале учреждение, проводящее перепись, должно проводить выпуск общедоступной базы данных ГИС в нескольких форматах для обслуживания широкого круга пользователей с разной степенью владения ГИС, пользующихся разными компьютерными платформами. Выбор форматов распространения должен базироваться на информации о том, какая из картографических

систем наиболее популярна среди пользователей результатов переписи, и на сведениях о гибкости и надежности каждого формата данных.

3.84. Распространение данных ГИС в их собственном, внутреннем формате (например, в виде директории, содержащей покрытие Arc/Info или рабочее пространство MapInfo), обычно неэффективно. Часто бывает, что данные не могут быть переданы в другую операционную систему в собственных форматах из-за несовместимости имен путей, а пакеты программ ГИС обычно не могут импортировать данные в собственных форматах других ГИС. Таким образом, всегда предпочтительнее использование устойчивых форматов обмена данными, как это и делается в большинстве коммерческих пакетов программ ГИС.

ii. Табличные данные

3.85. Большинство пакетов ГИС поддерживают несколько форматов файлов атрибутивных данных. Некоторые из них, кроме того, поддерживают функции, соединяющие координаты баз данных с внешней системой управления базами данных. Однако для рассылки данных лучше использовать простой, широко распространенный файловый формат для таблиц данных. Наиболее используемым форматом является формат DBASE, который поддерживается большинством пакетов управления базами данных и электронных таблиц, так же как и пакетами программ составления таблиц результатов переписи населения, такими, как REDATAM (поиск данных переписи населения для небольших районов при помощи микрокомпьютеров) и IMPSP.

3.86. Несмотря на то что рассылка табличных данных в формате DBASE обеспечивает совместимость с большинством пакетов ГИС, этот формат имеет некоторые ограничения. Например, длина имен полей, которые перечислены в первом ряду таблицы, ограничена 10 символами. В документации пакетов электронных таблиц или систем управления базами данных можно найти детальное изложение вопросов совместимости. Наиболее важное поле в макете таблицы — это общий идентификатор, который используется для связи атрибутивных данных с границами отчетных единиц. Это поле должно быть помещено в первый столбец каждой атрибутивной таблицы. Обычно имеет смысл упорядочивать наборы данных в каком-нибудь порядке, например по их географическим идентификаторам.

iii. Документация

3.87. Следует также обратить внимание на форматы файлов документации данных. Простые текстовые файлы в формате ASCII могут быть прочитаны любым пользователем. Однако они не поддерживают графики, сложные таблицы или форматированные документы.

Формат PDF системы Adobe Acrobat становится сейчас стандартом для платформу-независимого распространения форматированных документов. Поскольку программа чтения Adobe Acrobat распространяется бесплатно, то документы в формате PDF, по всей видимости, будут доступны любым пользователям.

3.88. Альтернативный подход состоит в составлении документации в формате, читаемом web-браузерами, которые также распространяются бесплатно компаниями Microsoft и Netscape. Файлы языка разметки гипертекста (HTML) позволяют производить богатое форматирование и, будучи размещены на CD-ROM или жестком диске, могут быть доступны даже без связи с Интернетом.

iv. *Соглашение об именах файлов*

3.89. Хотя каждая из операционных систем Windows 95, NT, Mac и UNIX поддерживает длинные имена файлов, все-таки разумнее следовать соглашениям DOS 8.3, касающимся имен файлов, для всех файлов данных и документации, предназначенных для распространения. Некоторые пользователи могут работать под DOS или Windows 3.1 или с более старыми пакетами компьютерных программ ГИС. Например, короткие имена файлов могут уменьшить несовместимость с более старыми сетевыми программами до минимума. Четко продуманные соглашения об именах, подробно объясненные в документации, позволят пользователям быстро находить нужные им данные.

v. *Сжатие*

3.90. Файлы ГИС часто очень велики, и вместе с табличными данными комплект распределяемых файлов может быть весьма объемным. Сжатие файлов очень облегчит распространение данных, особенно в Интернете или на дискетах. Наиболее широко используемой программой сжатия в среде Windows является служебная программа PKZIP. Эта программа доступна на большинстве компьютеров. Служебные программы, которые могут извлекать файлы из сжатых архивов, существуют также и в операционной системе UNIX. Саморазворачивающиеся файлы более удобны для малоопытных пользователей, поскольку они не требуют служебных программ для распаковки. Однако они зависят от операционной системы и должны использоваться только в том случае, если платформа компьютера-адресата известна.

c) *Документация и словари данных*

3.91. Документация, которая будет сопровождать комплект распространяемых данных, не должна быть столь же полной, как информация, составленная для всех баз данных, разработанных в фирме (см. главу II).

Пользователи данных обычно не нуждаются в детальной информации о происхождении данных или об этапах их обработки; для внешних пользователей более важна простота интерпретирования. Таким образом, документация должна содержать ясное, сжатое и полное описание тех аспектов базы данных, которые существенны для пользователя. Если учреждение, проводящее перепись, поддерживает полную базу метаданных, то документация для конечного пользователя данных может быть составлена достаточно быстро. Документация может включать следующую информацию:

- Имена наборов данных и справочную информацию, включая все источники данных.
- Текстовые комментарии по содержанию наборов данных.
- Описание иерархии административных и отчетных единиц и их отношений с другими объектами (например, населенными пунктами). Данное описание должно включать ясные статистические определения каждого типа используемых отчетных единиц территории. Желателен также полный список всех отчетных единиц и их географических кодов.
- Требования к компьютерным программам и оборудованию.
- Общие принципы организации формата данных, распаковки и инсталляции.
- Пространственно соотнесенную информацию (все наборы географических данных должны находиться в одной и той же справочной системе):
 - картографическую проекцию со всеми необходимыми параметрами, такими, как стандартная параллель или меридиан, условный сдвиг на восток и север и т. д.;
 - координатные единицы (например, градусы, метры, футы);
 - масштаб исходной карты; то есть масштаб печатных карт, с которых снимались контуры;
 - информацию о географической точности. Например, может сообщаться любая имеющаяся количественная информация о точности исходной карты. Если численная оценка качества данных невозможна, точность данных может быть описана в более общих терминах;
 - напечатанные карты наборов данных ГИС. Они являются полезным дополнением к документации, давая, например, пользователю возможность проверить правильность осуществления импорта карты.
- Соглашения, касающиеся обработки территориально расчлененных отчетных единиц (например, округов, которые состоят из нескольких островов; см. главу II).

- Информацию о родственных продуктах, например о более детальных базах данных ГИС переписи населения или дополнительных файлах данных, которые могут быть использованы совместно с границами.
- Публикации, имеющие отношение к переписи населения.
- Информацию о том, куда пользователю обращаться за технической помощью.
- Отказы от ответственности, информацию об авторском праве и т. д.

3.92. Кроме того, все комплекты данных ГИС должны сопровождаться словарем данных, который обеспечивает информацию о каждом конкретном слое данных ГИС или о таблице данных. Этот словарь должен содержать следующую информацию:

- Имена и форматы файлов.
- Типы объектов (точки, линии или многоугольники).
- Связь между файлами координатных данных и ассоциированными таблицами внешних атрибутивных данных.
- Для каждого поля в атрибутивной таблице и в дополнительных внешних таблицах:
 - имя поля;
 - описание содержания поля (например, общая численность населения за 1995 год) и его точное статистическое определение. Для производных демографических показателей может быть дана используемая для их расчета формула, например подстановка полей используемых переменных в формулу в качестве числителя и знаменателя дроби;
 - определения полей, включая тип переменной (например, вещественное, целое или символьное поле), область приемлемых значений и соглашения об обработке недостающих значений. Для секретных данных должна быть подробно объяснена схема кодирования. Например, в базе данных населенных пунктов числовое поле, названное TYPE, может использовать «1» для обозначения столицы страны, «2» — для центров областей, «3» — для административных центров районов и т. д.;
 - любую информацию о качестве данных, которая позволяет пользователям судить о соответствии данных требованиям поставленной задачи.

3.93. Документация данных и словари данных также могут быть включены в подробное руководство пользователя. Руководство пользователя может содержать более детальное описание состава базы данных, происхождения данных и их качества. Могут быть также

включены поэтапные объяснения примеров применения приложений или копии карты результатов переписи, созданной с помощью базы данных. Примерный словарь данных приведен в приложении IV.

d) Подготовка комплектующих

3.94. Контроль качества является важным этапом, предшествующим выпуску конечного продукта для массового тиражирования. После получения окончательной версии всех баз данных в форме, в которой она будет распространяться (например, в сжатой), каждая база данных должна быть проверена во всех конечных платформах (например, в операционных средах Windows, UNIX и Macintosh).

3.95. На этапе записи наиболее подходящим средством для распространения больших наборов данных является CD-ROM. CD-ROM может хранить до 630 Мб информации, а большинство компьютеров снабжены необходимым считывающим устройством. Устройства, пишущие на CD, тоже достаточно дешевы, поэтому цифровые эталоны могут быть изготовлены фирмой без посторонней помощи. Это позволяет распространять наборы данных, изготовленные по индивидуальным требованиям заказчика, в очень ограниченном числе копий. В случае более широкого распространения больших наборов данных CD-ROM обеспечивает низкую стоимость производства единицы продукции, долговечность и читаемость во многих инструментальных платформах.

3.96. В будущем технология CD-ROM может быть потеснена двумя другими технологиями. Одной из них является цифровой универсальный видеодиск (DVD). DVD может хранить более двух гигабайт данных. Технология записи на DVD также быстро прогрессирует, хотя есть еще некоторые неясности со стандартами. Эти трудности, видимо, будут преодолены в течение нескольких ближайших лет.

3.97. В долгосрочной перспективе большинство данных будут распространяться через Интернет. В настоящее время ограниченная пропускная способность (количество данных, которые могут быть переданы за определенный период времени) все еще тормозит распространение очень больших файлов. Время загрузки часто неприемлемо из-за недостатков в инфраструктуре Интернета во многих странах. Однако главным узким местом являются модемные соединения домашних или служебных компьютеров с главными кабелями Интернета. Большие файлы могут передаваться научным, государственным или коммерческим пользователям, имеющим высокоскоростной доступ в Интернет.

3.98. Для учреждения, проводящего перепись населения, распространение данных в Интернете очень снижает стоимость тиражирования. Остальные затраты идут

на разработку интерфейса компьютерных программ, ведение web-сайта и увеличивающееся использование ресурсов web-сервера. Базы данных ГИС переписи могут, таким образом, поставляться пользователю по очень низкой цене или бесплатно. Однако некоторые организации могут взимать плату за данные, полученные в онлайн-режиме. Одной из причин этого может быть субсидирование программы публикации для пользователей, не имеющих доступа в Интернет, другой — стремление учреждения вернуть часть затрат на сбор и компиляцию данных о переписи населения.

е) Юридические и коммерческие вопросы

i. Авторское право на данные

3.99. Авторское право — это исключительное и гарантированное законом право на публикацию, размножение или продажу результатов работы, в данном случае — цифровой географической базы данных. Так как цифровые данные легко воспроизводятся, вопросы авторского права являются более важными для баз данных ГИС, чем для бумажных карт (см. Antenucci and others, 1991). Учреждение, проводящее перепись, должно, таким образом, разработать политику доступа как к табличной, так и к картографической информации о результатах переписи населения.

3.100. Авторское право включает две сферы — моральные и имущественные права. Моральные права обеспечивают защиту целостности результатов работы, запрещая любые изменения первоначального продукта. Имущественные права относятся к праву на получение любых денежных выгод после того, как продукт передан для воспроизведения, использования или изменения. Любые привилегии, уступаемые обладателем авторского права, должны быть оговорены в лицензионном соглашении.

3.101. Вопросы авторского права связаны с ценовой политикой относительно цифровых выходных продуктов. Учреждение, проводящее перепись, имеет несколько возможностей при выборе ценовой стратегии для цифровых пространственных данных. Учреждение может решить:

- нести все расходы на сбор данных переписи населения и их рассылку;
- брать плату за рассылку данных (стоимость носителей информации и пересылки);
- вернуть полностью или частично затраты на сбор и обработку данных;
- получить доход, превосходящий действительные капиталовложения в ГИС и затраты на разработку структур данных.

ii. Выбор оптимальной стратегии извлечения прибыли из географических данных

3.102. Законы, регулирующие авторское право, меняются от страны к стране. Одной из крайностей является положение, когда некоторые правительства не имеют никакого авторского права на информацию, произведенную государственными учреждениями. Обосновывается это тем, что, поскольку налогоплательщики уже оплатили сбор данных, они не должны еще раз платить за их использование. Поэтому данные ГИС, произведенные государственными организациями, распределяются бесплатно или по себестоимости воспроизведения. Так же и любые коммерческие предприятия могут бесплатно пользоваться государственной информацией, включать ее в свои продукты и продавать с прибылью.

3.103. В США, например, свободный доступ к государственным данным привел к возникновению большой отрасли обслуживающей промышленности, которая производит пространственно соотнесенные данные переписи населения в различных форматах для продажи частным, коммерческим и, как это ни странно, государственным пользователям. Хотя компании и берут плату за данные, отсутствие монополии на использование данных о результатах переписи населения привело на рынок многие компании. Конкуренция между ними поддерживает низкие цены на вновь издаваемые данные о результатах переписи населения, несмотря на возрастающий ассортимент специализированных продуктов. Пользователи, которые желают самостоятельно произвести преобразование данных, могут получить доступ к данным бесплатно.

3.104. Важным преимуществом этого развития событий было довольно широкое использование данных о результатах переписи населения для географических приложений. Возросшее число пользователей, в свою очередь, поощряло коммерческую разработку легких в использовании настольных картографических пакетов и предоставление дополнительных оплачиваемых услуг. Такое развитие событий привело в итоге к повышению доходов от налогов и улучшению доступа к информации, ведущей к увеличению производительности и правильности решений, принимаемых в государственном и частном секторах. Полученные выгоды оправдали безгонорарный выпуск данных, который был, по существу, государственным субсидированием частных компаний.

3.105. В некоторых странах сокращение государственных бюджетов увеличило давление на государственные учреждения, вынуждая их получать доходы для поддержки своей деятельности. В результате цены на географически соотнесенную информацию о результатах переписи населения бывают иногда очень высокими. Они могут отражать коммерческую ценность таких

данных, например, для финансовых учреждений и хозяйственной деятельности. Однако такие цены могут способствовать вытеснению небольших компаний или некоммерческих пользователей с рынка данных переписи населения и даже ограничить общее их использование, а следовательно, и выгоды от использования данных ГИС переписи. Prevost and Gilruth (1997) указывают, что попытки компенсировать затраты, делающие недоступными для некоммерческих пользователей продукты ГИС, представляющие результаты переписи населения, часто ведут к незаконному копированию наборов данных, дублированию процессов разработки данных из первоначальных исходных материалов или использованию альтернативных, более дешевых и менее качественных данных.

3.106. Ограничительные лицензионные соглашения также препятствуют или замедляют распространение вторичных продуктов и услуг, опирающихся на результаты переписи населения. Это снижает экономический эффект от использования информации, собранной в ходе переписи. Подобное уменьшение суммарного экономического воздействия, вызванное отсутствием таких побочных результатов, может оказаться большим, чем возросший доход организаций, проводящих перепись. Действительно, в некоторых странах политика распространения данных, произведенных государственными организациями, возвращается к бесплатному или дешевому распространению благодаря осознанию того, что выгоды от повышения цен не могут оправдать затрат на обеспечение авторских прав и потери социальных выгод от уменьшения использования необходимой информации.

3.107. Доступ к данным и их вторичное использование также часто бывают ограничены там, где учреждение, проводящее перепись, сотрудничает с частным производителем данных или где данные государственного или частного производителя применяются для составления карты результатов переписи населения. Например, учреждение, проводящее перепись, может войти в соглашение с частной фирмой, занимающейся составлением карт, которая возьмет на себя часть расходов на производство цифровой карты результатов переписи населения. Вернуть эти капиталовложения фирма сможет только в том случае, если заключит договор об исключительном праве на продажу географических данных (и, конечно, не в том случае, если учреждение просто покупает услуги компании и все выходные данные остаются собственностью учреждения, проводящего перепись).

3.108. Если данные других учреждений, например национального картографического управления или местных властей, используются для составления карты результатов переписи населения, то калькуляция цен,

вопросы авторского права и определение состава информации о происхождении данных и авторах проекта в выходных данных карты переписи населения должны быть тщательно проработаны. Ни в коем случае нельзя допускать конфликтов по вопросам авторских прав, поскольку учреждение, проводящее перепись, будет, по всей видимости, нуждаться в сотрудничестве с теми же самыми организациями при создании карт будущей переписи.

3.109. В большинстве стран борьба между тенденцией к возможно более широкому доступу к данным переписи населения и стремлением вернуть некоторую часть затраченных средств на сбор данных, видимо, приведет к компромиссу между двумя названными крайностями. Например, между правительственными организациями могут быть заключены специальные соглашения о включении продуктов одних организаций в продукты других организаций. Учреждение, проводящее перепись, может войти в соглашение с национальным картографическим управлением о распространении цифровых базовых карт дорог, рек и т. д. среди пользователей данных ГИС переписи. Научным и другим некоммерческим пользователям могут быть сделаны скидки. Еще одна возможность заключается в предоставлении некоторых общих продуктов бесплатно, за исключением продуктов с дополнительными возможностями, которые требуют большей обработки данных.

3.110. В нескольких главах в Rhind (1997) рассказывается об опыте национального картографического управления в разработке стратегий осуществления авторского права и распространения цифровой географической информации. Работы Onsrud (1992a и 1992b), Rhind (1992) и Onsrud and Lopez (1997) обсуждают все «за» и «против» как стратегий обеспечения возмещения издержек производства, так и открытого доступа в контексте пространственных баз данных.

iii. *Вопросы судебной ответственности*

3.111. Судами было вынесено несколько решений, постановляющих, что производители данных могут быть ответственны за ошибки в географической информации, приведшие к несчастным случаям или какому-либо ущербу. До сих пор речь в основном шла о несчастных случаях, вызванных отсутствующей или неправильной информацией на топографических картах. Например, Lynch and Foote (1997) приводят примеры, когда авиакатастрофы и несчастные случаи на море были вызваны неправильными данными в навигационных картах. Составление карты и содержание заложенной в ней информации определяются их предполагаемым использованием, но карты иногда применяются в целях, не предусмотренных производителем данных. Приведем, несколько изменив его, пример, взятый у

Lynch and Foote (1997): учреждение, проводящее перепись населения, публикует данные об отчетных территориальных единицах вместе с базой данных, описывающей уличную сеть. Поскольку дорожная информация не имеет решающего значения для использования данных переписи населения, то контроль качества этой информации может быть менее строгим, чем для дорожной информации, предназначенной для системы выбора маршрута скорой помощи. Использование несовершенных данных для непредусмотренных целей может нанести ущерб.

3.112. Другой пример, относящийся к вопросам ответственности, которые очень важны для распространения результатов переписи населения, — это нарушение неприкосновенности информации, относящейся к личной жизни. Обычно учреждение, проводящее перепись, публикует только агрегированные данные на таком уровне, на котором невозможно обнаружить информацию о конкретном человеке, семье или очень небольшой группе людей. Если учреждение, проводящее перепись, перегруппировывает микроданные для нескольких небольших географических территорий, например счетных участков, почтовых округов, а также округов системы здравоохранения или образования, то возникает возможность того, что тонкие операции ГИС могут выделить информацию относительно групп людей, численность которых меньше, чем наименьший уровень, позволяющий раскрыть такую информацию [см. раздел (iv)]. В некоторых странах эта ситуация может послужить основанием для судебного преследования со стороны пострадавших лиц.

3.113. Интересно, что Johnson and Onsrud (1995) приводят доводы о том, что практика продажи данных ГИС и ограничение вторичного использования данных могут увеличить ответственность поставщика данных. Плата подразумевает гарантию поставщика данных, что материал не содержит ошибок и пригоден для поставленных целей. И наоборот, сделав данные всеобщим достоянием, учреждение оградит себя от таких претензий.

3.114. Прежде чем рассылать пространственно сопоставленные данные, учреждение должно проконсультироваться с юристами и составить документ, который сопровождает выходные продукты, об отказе нести ответственность. Документ об отказе от ответственности может включать следующие пункты (см. также ESRI, 1995):

- заявление, что информация считалась точной во время ее сбора и была получена из надежных источников, но точность ее не может быть гарантирована;
- предупреждение, что информация может меняться, и уведомление о действительных изменениях;

- четкое заявление о том, что какие-то части географической базы данных созданы другими учреждениями, если это имеет место;
- упоминание о том, что использование данных подразумевает принятие пункта об отказе от ответственности и о соглашениях.

iv. *Вопросы неприкосновенности сведений о личной жизни. Проблема вычисления разности при статистическом разглашении сведений о личной жизни*

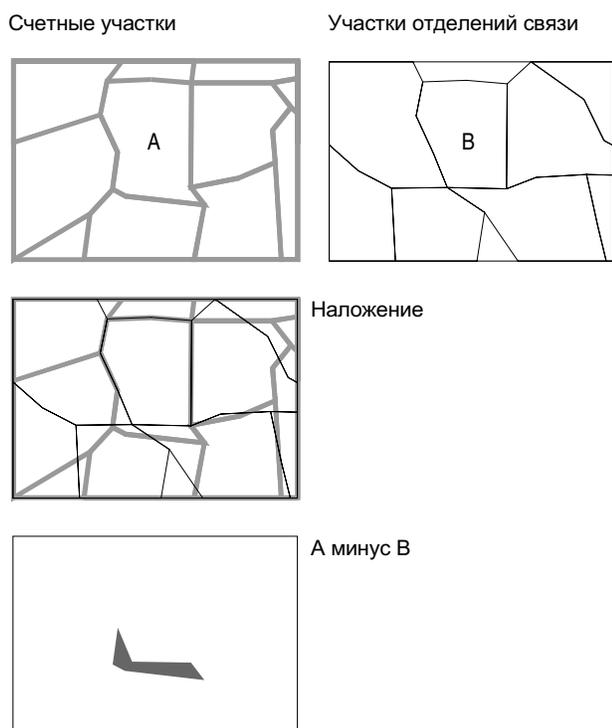
3.115. Различным правительственным организациям и внешним пользователям данных могут потребоваться данные о результатах переписи населения для разных наборов небольших географических объектов. Например, некоторые организации используют в качестве первичных отчетных единиц небольшие участки отделений связи или учреждений здравоохранения. Чтобы удовлетворить потребности этих пользователей данных, национальное учреждение, проводящее перепись, может снабдить их несколькими наборами данных о результатах переписи населения в небольших географических территориях, границы которых не зависят друг от друга. Если границы и таблицы данных опубликованы для двух или большего числа наборов территорий, пользователь сможет использовать операции ГИС и простые манипуляции с данными таблицы для того, чтобы извлечь статистику переписи населения для очень маленьких географических зон. Результаты такой обработки данных переписи для новых единиц могут оказаться ниже порога, указанного этому учреждению для сохранения неприкосновенности сведений о личной жизни. Это называется проблемой вычисления разности при статистическом разглашении сведений о личной жизни (см. Duke-Williams and Rees, 1998).

3.116. Такая проблема не возникнет, если границы перекрываются нерегулярно, за исключением случая, когда одна из перекрывающихся зон имеет нулевые значения. В большинстве случаев пользователь не может быть уверен, что нулевое значение верно. Вот почему большинство учреждений, проводящих перепись населения, используют возмущение или систему интервального кодирования (давая вместо точного значения маленького числа диапазон значений данных, например «<10»), чтобы помешать пользователям извлечь точные характеристики небольших групп лиц на территориях с малой численностью населения.

3.117. Проблема вычисления разности может иметь, однако, место, если зона из одного набора географических территорий пересекается с зоной из другого набора и пользователь имеет таблицы данных для обоих наборов территорий. Например, на рисунке III.3 участок отделения связи В пересекается со счетным участ-

ком А. Наложением двух наборов границ мы можем определить географическую территорию, которая входит в А, но не входит в В. Используя таблицы данных, мы можем извлечь данные о результатах переписи для лиц, проживающих на этой небольшой территории, просто вычитая показатели для участка отделения связи В из показателей для счетного участка А. Эти показатели могут оказаться ниже порогов, гарантирующих сохранение неприкосновенности личной жизни, даже если показатели для А и В выше этих порогов.

Рисунок III.3. Проблема вычисления при статистическом разглашении сведений о личной жизни



3.118. Чтобы избежать проблем раскрытия данных, учреждение, проводящее перепись, должно тщательно проверять границы географических территорий, отличающихся от счетных участков. В случаях, когда становится возможным вычисление разницы, должны приниматься дополнительные меры защиты данных. Duke-Williams and Rees (1998) очень подробно анализируют проблему вычисления разницы. Опираясь на результаты своих экспериментов, они дают некоторые общие рекомендации, направленные на решение этой проблемы:

- Использовать для таблиц минимальные пороговые уровни. Защита может быть улучшена введением небольших возмущений значений данных для очень малочисленных территорий или использованием диапазонов вместо точных малых значений. Эта

мера уменьшит риск публикации данных переписи населения для более чем одного набора небольших территориальных единиц.

- Первичные географические территории, выбранные для распространения результатов переписи населения, должны быть пригодны для возможно большего числа применений. Например, если большинство учреждений в стране используют маленькие административные единицы в качестве первичных эталонов, то данные о переписи населения должны быть опубликованы для этих единиц.
- При издании географических данных с зонами, намного превосходящими первичные счетные участки, риск вычисления очень невелик. В этих случаях, даже если вычисление станет возможным, итоговые показатели вряд ли окажутся ниже безопасного порога.
- Если два набора географических данных переписи населения с приблизительно одинаковым разрешением очень похожи, то есть если многие их границы совпадают, в этом случае риск вычисления разницы будет большим, чем в случае, когда границы очень отличаются.

f) Маркетинг цифровых картографических продуктов

3.119. Страны, которые хотят окупить некоторую часть затрат на разработку базы данных ГИС переписи населения и в которых отмечается значительный коммерческий спрос на статистические данные, относящиеся к небольшим территориям, могут захотеть войти в соглашение об организации сбыта с частным продавцом данных. Среди потенциальных участников могут быть местные дистрибуторы основных производителей компьютерных программ ГИС. Большинство ведущих поставщиков ГИС производят и продают наборы данных ГИС по многим тематическим направлениям. Это частично обеспечивает дополнительный источник дохода, а частично дает способ облегчить использование их программных продуктов за счет снабжения покупателей наборами данных в формате имеющихся у них компьютерных программ. Эти частные поставщики иногда сотрудничают с национальными картографическими и статистическими учреждениями в производстве профессионально сконструированных баз данных ГИС.

3.120. Для национального статистического управления такое сотрудничество дает некоторые преимущества. Поставщики компьютерных программ и данных могут вкладывать свои технические знания и, возможно, вычислительные ресурсы в разработку дистрибутивного пакета базы данных ГИС в обмен на долю в продажах

баз данных. Поставщики, торгующие компьютерными программами в международном масштабе, могут увеличить продажу национальных данных ГИС. В зарубежных странах спрос может исходить от интернациональных компаний или научных кругов, изучающих данную страну.

3.121. При сотрудничестве с продавцами коммерческих компьютерных программ может возникнуть проблема, если поставщики захотят распространять свои данные только в своем собственном, принадлежащем фирме формате. Учреждение, проводящее перепись, должно убедиться в том, что пользователям данных, желающим применить другой формат, будет обеспечен доступ к данным также и в этом формате. Недостатки коммерческого распределения были упомянуты выше. Уступив право на продажу частной компании, статистическое учреждение уже не может распространять эти данные бесплатно или по очень низкой цене. Если целью является достижение возможно более широкого распространения, то предпочтительнее разработка и распространение базы данных собственными силами учреждения.

3.122. Другими потенциальными участниками продаж могут быть университеты или другие государственные учреждения, распространяющие информацию. В любом случае, чтобы избежать возможных проблем, нужно заключить четко сформулированное соглашение о разделе рынка и прибылей. Учреждение, проводящее перепись, должно тщательно оценить рыночную стоимость своих данных, учитывая затраты на производство, рекламу и продажу данных, чтобы приемлемое и взаимовыгодное соглашение стало основой партнерства как государственных организаций с частными, так и государственных с государственными.

g) Программа помощи

3.123. Чтобы обеспечить широкую осведомленность о наличии информации и максимально возможное распространение географически соотнесенных данных переписи населения, национальное статистическое управление может разработать программу помощи. Частью такой программы могут быть печатные брошюры и плакаты, демонстрирующие наиболее показательные карты результатов переписи населения. Эти печатные материалы могут широко распространяться в школах, университетах, коммерческих предприятиях и государственных учреждениях общенационального и местного масштаба.

3.124. Учреждение, проводящее перепись, может также организовать по всей стране серию семинаров для региональных пользователей. На этих семинарах специалисты по переписи населения могут предложить широкому кругу потенциальных пользователей бес-

платные или дешевые картографические пакеты, ориентированные на анализ данных переписи.

5. Цифровые атласы переписи населения

3.125. В то время как более общие базы данных ГИС предназначены для пользователей, имеющих значительный опыт работы с ГИС, цифровые атласы переписи населения ориентированы на общественность, учащиеся школ и других непрофессиональных пользователей. В следующих разделах рассматриваются два подхода к составлению цифровых атласов переписи. Стационарный атлас переписи населения состоит из комплекта карт и других материалов, подготовленных учреждением, проводящим перепись. По существу, здесь пользователь может выбирать последовательность просмотра содержания, но не может менять само содержание. Динамический атлас переписи населения, наоборот, объединяет цифровую базу данных ГИС и данные переписи населения в простой картографический пакет. Пользователь имеет возможность применить эти данные для создания собственной карты, которая может быть напечатана или скопирована в пакеты других приложений.

а) Стационарные атласы переписи населения

3.126. Стационарный цифровой атлас переписи населения может интегрировать карты, таблицы, диаграммы и, возможно, мультимедийные продукты, такие, как фотоснимки или видеоролики, в зрительно привлекательную, дружелюбную пользователю среду. С помощью стандартных компьютерных программ может быть создана презентация. Некоторые пакеты графических программ позволяют разработчику производить автономную версию графической презентации, которая может распространяться вместе с бесплатной программой просмотра. Большая часть презентаций или графики может быть также экспортирована в формат PDF, который легко передается на носителях данных или через Интернет. Карты могут создаваться с использованием настольных картографических пакетов и включаться в компьютерные программы презентаций с помощью формата графического обмена или просто командами «вырезать и вклеить» в среде Windows.

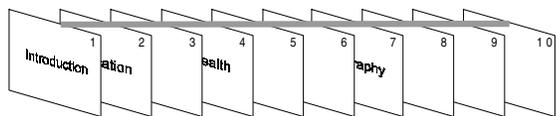
3.127. Еще одной платформой для презентации является браузер Интернета. Большинство пользователей компьютеров имеют на своих компьютерах браузер Интернета, который дает им возможность просматривать как постоянно хранящиеся на компьютере файлы, так и удаленные. Карты и другие материалы могут включаться как графические изображения в формате GIF или JPEG, созданные из макетов карт ГИС.

3.128. Презентация может быть спроектирована как *последовательное* представление. Пользователю демонстрируется серия карт и графиков, которые подчинены логичному сюжету. Этот способ подходит для сравнительно коротких презентаций. Презентации, включающие большое количество карт, могут вызвать раздражение зрителей демонстрацией множества слайдов с неинтересным для них материалом.

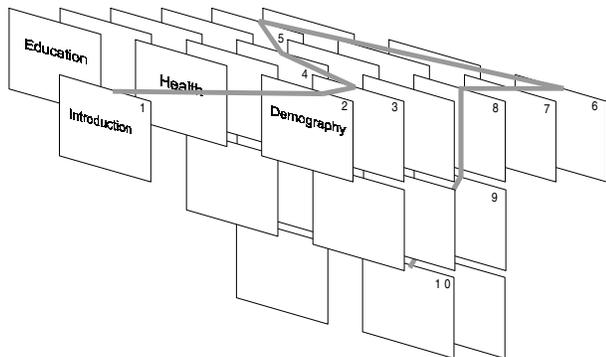
3.129. В большинстве пакетов программ презентаций обеспечивается более совершенный способ презентации, основанный на *гипертекстовых* ссылках. Эти ссылки позволяют пользователю переходить от одного раздела презентации к другому. Они также позволяют пользователю включать дополнительные ссылки и информацию, представляющую интерес только для небольшого числа зрителей. Например, на странице, показывающей карту перспективной оценки населения округов, могут быть добавлены соединения с методологической запиской, объясняющей допущения, принятые для перспективной оценки.

Рисунок III.4. Варианты плана презентации для стационарного цифрового атласа переписи населения

Последовательный дизайн



План с гиперссылками



3.130. Концепция гиперссылок иллюстрируется на рисунке III.4, где она противопоставлена подходу, основанному на последовательном плане презентации. План с гиперссылками представляет собой несколько параллельных тем, которые наиболее удобным образом соединены при помощи ссылок. Например, три параллельных сюжета или главы, которые следуют за страницей с введением (1), могут быть посвящены показателям образования, здравоохранения и демографии.

Пользователь может следовать по пути, указанному серой линией, начиная с демографического сюжета (2), где один из слайдов (3) показывает карту, таблицы и диаграммы для части населения моложе 15 лет. Отсюда ссылки могут вести к картам, демонстрирующим показатели детского здоровья (4), учебные пособия (5) и т. д.

3.131. Использование плана презентации, ориентированного на гиперссылки, требует особенно тщательного проектирования презентации, поскольку пользователи легко теряются после некоторого количества переходов по ссылкам. Важно снабдить каждую страницу понятными навигационными инструментами. Интересный обзор планирования информации, основанного на этих концепциях, дан в Wurman (1997).

3.132. Гипертекстовые ссылки знакомы, конечно, каждому, кто пользуется Всемирной компьютерной сетью. На самом деле стационарный атлас переписи населения может столь же успешно эксплуатироваться с помощью стандартного языка HTML, разработанного для браузера Интернета, без использования какого-либо пакета программ презентации. Инструменты планирования web-страницы обеспечивают разработчику значительную гибкость в конструировании базы данных переписи населения. Одним из инструментов, которые могут сделать презентацию более интересной, является, например, карта, выбираемая с помощью графического интерфейса. Начальный экран может показывать обзорную карту страны с инструкциями, где предлагается щелкнуть мышью на интересующей области для вызова более детальной карты субнационального уровня. web-технология позволяет также включать мультимедийные документы и соединения с информацией, находящейся вне презентации, например с другими частями web-страницы учреждения, проводящего перепись населения, или с другими правительственными организациями. Эти возможности доступны, конечно, только пользователям, имеющим доступ в Интернет.

3.133. Одним из преимуществ использования сетевых инструментов является то, что один и тот же стационарный атлас переписи населения может распространяться на CD-ROM или дискетах для автономного использования и он же может быть помещен на web-сайте учреждения, проводящего перепись, что делает его доступным для абонентов сети по всему миру. Более совершенные картографические приложения Интернета описаны в разделе 6.

b) Динамические атласы переписи населения

3.134. Альтернативой стационарного атласа переписи населения является публикация цифровой карты и базы данных вместе с компьютерными программами создания карты, которые позволяют пользователю производить собственные карты, отображающие показатели

переписи. Эта работа, конечно, требует от пользователя некоторого знания картографии. Чтобы обеспечить быстрое рисование и ограничить использование диска, динамический атлас переписи должен включать цифровые файлы границ при более низком разрешении, чем это было в полной базе данных переписи. В плотно интегрированную атрибутивную таблицу должно быть включено ограниченное число показателей переписи. Значения плотности и пропорции, нужные для составления карты, должны быть вычислены заранее.

3.135. Этот подход будет полезен тем пользователям, которые не имеют специальных познаний в ГИС и необходимых навыков в эксплуатации полной цифровой базы данных ГИС переписи населения, но все же хотели бы добиться большей гибкости в исследовании и использовании географически соотнесенных результатов переписи населения, чем это возможно со стандартным стационарным атласом.

3.136. Проблема состоит, конечно, в том, что такие пользователи могут не иметь настольного пакета ГИС, позволяющего создавать карты. Поставщик данных должен поэтому предоставить пользователю вместе с границами и данными пакет программ с простым интерфейсом. Эксплуатация такого пакета программ требует минимального обучения и опыта. По существу, приложение должно устанавливаться в режиме «plug-and-play», то есть после инсталляции пользователь должен быть в состоянии немедленно производить карты.

3.137. Некоторые учреждения, проводящие переписи населения, разработали собственные компьютерные программы для просмотра карт и распространяют их со своими продуктами, представляющими данные переписи. Однако ведение таких программ стоит дорого и связывает ресурсы, которые могли бы быть в противном случае потрачены на разработку или распространение данных. Некоторые поставщики ГИС продают наборы программных инструментальных средств ГИС, позво-

ляющие производить собственные приложения или включать функции ГИС в другие программные продукты (например, электронные таблицы или приложения баз данных).

3.138. В качестве альтернативы в настоящее время существуют несколько бесплатных пакетов программ для составления карт, которые могут распространяться вместе с базами данных. Одним из этих пакетов являются компьютерные программы PopMap, созданные в рамках Проекта по разработке программного обеспечения (Software Development Project) Статистического отдела Секретариата ООН (United Nations Statistics Division of the United Nations Secretariat) при финансировании, предоставленном Фондом ООН по народонаселению (United Nations Population Fund). PopMap является настольным картографическим пакетом, ориентированным на приложения, связанные с показателями народонаселения, хотя, конечно, может интегрировать любую другую информацию. Эта система поддерживает функции ввода географических данных (ввод на дигитайзере и черчение), интерфейс в стиле электронной таблицы для манипулирования атрибутивными данными и исчерпывающий набор картографических функций. Программа предназначена для лиц, не являющихся специалистами в ГИС, и поэтому сделана простой для ее освоения.

3.139. PopMap поощряет разработку цифровых географических баз данных переписи населения для распространения их через свой автономный картографический модуль. Учреждение, проводящее перепись, может составить цифровой атлас результатов переписи, объединить его в один пакет с компьютерными картографическими программами и разослать этот конечный продукт бесплатно любым заинтересованным пользователям. Примером такого приложения является цифровой атлас переписи населения, выпущенный Национальным статистическим управлением Уганды (см. рамку III.1).

Рамка III.1. *Атлас переписи населения Уганды*

3.140. Уганда проводила перепись населения и жилого фонда в 1991 году. По завершении обработки данных переписи бюро переписи решило выпустить цифровой атлас переписи с первоначальной поддержкой и обучением в рамках Проекта по разработке программного обеспечения Статистического управления Секретариата ООН^a. Под руководством технического консультанта два сотрудника составили цифровые карты 38 округов, 163 графств и 809 подграфств с помощью стандартного персонального компьютера, дигитайзера с планшетом 12 на 18 дюймов, цветного настольного принтера и настольного картографического пакета PopMap. Для каждой отчетной зоны были отобраны и включены в карты 36 переменных, описывающих результаты переписи. Для некоторых показателей имелись также данные за 1969 и 1980 годы, что позволило провести анализ их изменений в этом временном периоде.

^a См. Vu and others (1994).

Рамка III.1. (продолжение)

3.141. Атлас результатов переписи населения был завершен менее чем за год. Учреждение, проводящее перепись, выпустило подробное руководство для пользователей и разослало атлас общенациональным и местным органам государственной власти и частным пользователям. Имея сравнительно небольшие ресурсы, учреждение, проводящее перепись, смогло обеспечить полезный рынок сбыта для данных переписи населения в дополнение к печатным томам, содержащим аналогичные данные.

3.142. Некоторые коммерческие поставщики ГИС также предоставляют свои компьютерные программы просмотра бесплатно и позволяют пользователям распространять эти простые картографические системы тоже бесплатно в дистрибутивных пакетах программ баз данных. Примером может служить пакет программ ArcExplorer, выпущенный фирмой ESRI Inc. (Redlands, California). ArcExplorer обеспечивает интерфейс составления карт для данных, созданных в пакетах программ ГИС Arc/Info и ArcView. В отличие от PopMap, система не обладает вариантами ввода данных и, таким образом, является программой просмотра карт в прямом смысле слова.

3.143. Интерфейс ArcExplorer прост в использовании, а система обеспечивает основные функции для составления тематических карт, которые могут быть экспортированы как растровые изображения или метафайлы Windows. ArcExplorer может читать данные с локального жесткого диска или с CD-ROM. На компьютерах, связанных с Интернетом, можно также показывать данные, находящиеся на удаленном web-сайте. Несмотря на ограниченные аналитические функции, система поддерживает разные типы запросов данных (диалоговый или с помощью команд, подобных SQL) и согласование адресов.

3.144. Документация динамического атласа переписи населения должна включать многое из той информации, которая сопровождает более полные базы данных ГИС переписи населения. Однако текст документации должен составляться для непрофессиональных пользователей. Следует избегать технического жаргона ГИС. Поскольку такие пользователи вряд ли будут эксплуатировать базу данных в более совершенных приложениях, акцент в документации должен быть перенесен с технических географических деталей на атрибутивную информацию.

6. Составление карты в Интернете

3.145. Многие национальные статистические организации избрали Всемирную компьютерную сеть в качестве средства для распространения информации и данных. web-страницы имеют диапазон от простых перечней и

таблиц результатов переписи населения до сложных интерфейсов с языком запросов, в котором пользователь может заказывать специальные сводные таблицы.

3.146. Интернет также подходит для презентаций и распространения географической информации. Простейшим вариантом является выдача стационарных изображений карты, созданных статистическим учреждением. Например, серия карт, показывающих значения переменных показателей переписи населения, может быть создана с помощью настольных картографических пакетов. Большинство пакетов программ дают возможность пользователю сохранять карты в стандартном формате изображения, таком, как GIF или JPEG. Эти изображения могут быть затем помещены на web-страницах, так же как и любые другие диаграммы или фотоснимки. Такие web-сайты могут дать пользователям данных доступ к нужной информации. Однако они не позволяют им манипулировать данными и составлять собственные карты для конкретных географических территорий. Следующие разделы концентрируют внимание на подходах, которые предоставляют пользователям значительную свободу в обращении с географическими базами данных, описывающими результаты переписи населения.

3.147. Всесторонняя дискуссия о вариантах создания карты в Интернете приводится Plewe (1997) (см. также ESRI, 1997). Foote and Kirvan (1997) дают более сжатый обзор. Технология Интернета меняется быстро, однако самая последняя информация, вероятнее всего, может быть найдена на web-сайтах главных поставщиков компьютерных программ ГИС, и, кроме того, обзоры их продуктов регулярно приводятся в отраслевых журналах по ГИС.

3.148. Большинство компаний, занимающихся ГИС и настольными картографическими системами, разработали независимые от платформы инструменты для представления карт в Интернете, которые основаны на использовании стандартных протоколов обмена данными. Эти инструменты позволяют статистической организации поместить географическую информацию на сервере и дают пользователям возможность составлять карту и запрашивать эти данные в диалоговом режиме с помощью стандартных Интернет-браузеров. Пользо-

ватели Интернета могут, таким образом, получить доступ к приложениям ГИС, не покупая патентованные компьютерные программы ГИС. Любые данные, сохраняемые или модифицируемые с помощью ГИС, могут быть распространены этим способом, включая векторные карты, растровые изображения и таблицы данных.

3.149. Компьютерные программы Интернета, дающие возможность составлять карты, полезны, кроме того, в качестве внутрифирменного инструмента, обеспечивающего сотрудникам статистического учреждения доступ к пространственным данным в локальной сети. Вместо того чтобы покупать лицензии на использование системы коммерческих пакетов ГИС, которые управляются с центрального сервера, сотрудники получают доступ к географической информации через компьютерные программы браузеров.

3.150. Существуют три главных варианта создания карты в Интернете:

- В стратегиях, ориентированных на компьютер-сервер, пользователь посылает запрос на карту на сервер, хранящий базу данных. На сервере компьютерные программы создания карты обрабатывают запрос, составляют карту, например в формате GIF, и возвращают ее пользователю.
- В стратегиях, ориентированных на клиента, наоборот, большинство задач по обработке выполняются локально на компьютере пользователя (клиента).
- Гибридные подходы сочетают стратегии, ориентированные на сервер и на клиента.

а) Подходы, ориентированные на сервер

3.151. Данные стратегии, которые иногда называют архитектурой «тощего клиента/толстого сервера», перекладывают основную нагрузку, связанную с обработкой данных, на сервер, размещенный в организации, распространяющей данные. Это похоже на традиционную архитектуру крупного компьютера, где мощный центральный процессор обеспечивает управление, хранение и обработку данных для некоторого количества пользователей, которые соединены с ним терминалами ввода/вывода.

3.152. Принцип действия стратегии, ориентированной на сервер, резюмируется на рисунке III.5. Пользователь соединяется с web-сайтом и вводит запрос на карту. Определенные пользователем технические требования к выходным данным карты включают сведения о географической территории, интересующей пользователя (территория задается или именем, например названием округа, или координатами ограничивающего ее прямоугольника), переменные, которые должны

быть выведены на карту, схему группировки и комбинации взаимодополняющих цветов для элементов экранна и дополнительные слои данных, которые обеспечивают географический контекст, например дороги, реки или административные границы.

Рисунок III.5. Создание карты в Интернете. Подход, ориентированный на сервер



3.153. Запрос пользователя посылается через Интернет на сервер и направляется в пакет программ ГИС. Компьютерные программы ГИС могут быть расположены или на сервере сети, или на отдельном компьютере, связанном с сервером. Пакет программ ГИС может быть и коммерческим картографическим пакетом в Интернете, и картографическим пакетом в Интернете, разработанным индивидуально и основанным на продаваемых в больших количествах модулях компьютерных картографических программ. Компьютерные картографические программы обеспечивают доступ к необходимым базам данных, составляют карту и возвращают выходные данные пользователю в виде web-страницы. Карты обычно посылаются в виде стандартных графических изображений в формате GIF или JPEG, поскольку web-браузеры не могут оперировать с форматами векторных данных. Если пользователь пожелает модифицировать макет карты, то на сервер посылается новый запрос.

3.154. Подход, ориентированный на сервер, имеет некоторые преимущества:

- Пользователь не нуждается в мощном компьютере для получения доступа даже к очень большим пространственным базам данных. Достаточно сложные процедуры ГИС, такие, как согласование адресов или выбор маршрута в сети, могут быть выполнены быстро, если доступен высокопроизводительный сервер. Все, что требуется пользователю, — это стандартный браузер Интернета и соединение с Интернетом.
- Размеры файлов выходных карт в сжатых форматах изображения намного меньше, чем база данных, которую пришлось бы передать в приложения, ориентированные на клиента.

- Целостность данных сохраняется, поскольку пользователь не может манипулировать самой базой данных. Пользователю также всегда гарантируется доступ к самой последней информации.
- Поставщик данных имеет больше возможностей контролировать, что именно пользователи видят и как они это видят. Выбор картографических макетов может быть заранее ограничен так, чтобы даже непрофессиональные пользователи могли получать выходные карты приемлемого качества.

3.155. Недостатки:

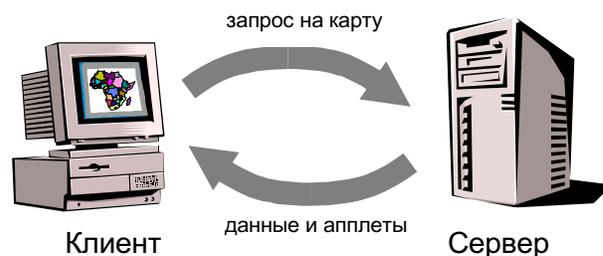
- Любое изменение в спецификации карты приводит к необходимости составлять новый запрос. Даже небольшие изменения в стиле показа географической территории (например, панорамирование или изменение масштаба изображения) должны запрашиваться специально.
- На занятом сервере, когда высок поток информации обмена, повторные запросы могут выполняться медленно.
- Не используются ресурсы обработки, доступные на компьютере пользователя.

б) Подходы, ориентированные на клиента

3.156. Подходы, ориентированные на клиента (архитектура «толстого клиента»), переносят большую часть необходимой обработки на компьютер пользователя. Сервер применяется главным образом для поддержки базы данных и отправки необходимых фрагментов базы данных, возможно вместе с модулями составления карты, пользователю. Возможны два варианта подходов, ориентированных на клиента.

3.157. В первом подходе на пользовательском компьютере отсутствуют какие-либо возможности составления карты. После отправки пользовательского запроса сервер посылает географические данные и небольшую программу или апплет, который позволяет составить карту или провести географический анализ (см. рисунок III.6). Апплет — это независимое от платформы программное изделие, написанное на языке программирования Java, которое может быть выполнено стандартными web-браузерами. Пользователь может затем работать с данными независимо от сервера. Просмотр слоев карты или изменение картографического макета не потребуют новых запросов к серверу.

Рисунок III.6. Составление карты в Интернете. Подход, ориентированный на клиента



3.158. В альтернативном подходе, ориентированном на клиента, пакет программ создания карты, апплет или входной модуль браузера постоянно находятся на компьютере пользователя. Входной модуль — это программа, которая расширяет возможности Интернет-браузера, например позволяя ему показывать файлы определенных форматов. Преимущество этого подхода состоит в том, что компьютерные программы создания карты не должны загружаться каждый раз, когда пользователь получает доступ к серверу карты.

3.159. Преимущества подходов, ориентированных на клиента:

- После того как данные и программы были загружены, пользователю нет необходимости поддерживать связь с сервером карты. Создание карты или ее анализ могут быть выполнены автономно.
- Могут быть использованы ресурсы компьютера пользователя, что обычно ускоряет обработку данных.
- Подходы, ориентированные на клиента, могут обеспечить пользователю большую гибкость и свободу в анализе и представлении пространственных данных.

3.160. Недостатки:

- Файлы данных и программ могут быть очень большими и поэтому требуют высокоскоростного соединения с Интернетом.
- Пользователи с менее производительными компьютерами не смогут выполнять сложные задачи создания и анализа карты.
- Пользователи с ограниченными знаниями ГИС или географии не смогут воспользоваться гибкостью, которую обеспечивают подходы, ориентированные на клиента.

- Подходы, ориентированные на клиента, дают возможность пользователям сохранять исходные географические данные, запрошенные с сервера на компьютер пользователя. Если некоторые или все географические данные на сервере бюро переписи охраняются авторским правом, это может создать проблемы.

c) Гибридные подходы

3.161. Подходы, ориентированные на сервер, удобны для обеспечения доступа к сравнительно простым картам для широкой непрофессиональной публики. Следовательно, они наиболее подходят учреждению, проводящему перепись, для представления карт переписи общественности.

С другой стороны, стратегии, ориентированные на клиента, предпочтительны для внутренних сетей, где меньшее число пользователей со сравнительно большим опытом работы с ГИС и составления карт получают доступ к сложным базам данных. Эти подходы будут, таким образом, удобны для внутреннего доступа к данным ГИС сотрудников учреждения, проводящего перепись.

3.162. Гибридные подходы сочетают преимущества как стратегии, ориентированной на клиента, так и стратегии, ориентированной на сервер. Эти подходы обеспечивают пользователю гибкость в запросах и манипулировании картами на месте, но передают большую часть обработки задач, нуждающихся в анализе, на сервер. Это требует определенного уровня взаимодействия между клиентом и сервером, касающегося наличных средств обработки.

d) Возможности распространения данных переписи населения

3.163. Доступные в настоящее время пакеты программ Интернета для создания карт могут быть расширены. Поставщики данных могут купить готовый пакет программ, который работает со стандартными наборами данных. Поскольку создание карты данных переписи является достаточно стандартным приложением, национальные статистические управления не должны столкнуться с трудностями при поиске подходящих решений. Для более сложных приложений может быть получен инструментальный набор модулей компьютерных программ, который позволит поставщику данных разработать необходимый интерфейс картографического сервера.

3.164. По всей видимости, в ближайшие годы возможности картографических пакетов в Интернете значительно увеличатся. С возросшими возможностями сети пользователи смогут получать больше наборов данных и программных модулей, и число пользователей, обслуживаемых одновременно, также возрастет. Более быстрые соединения с Интернетом снимут все проблемы, присущие как подходам, ориентированным

на клиента, так и подходам, ориентированным на сервер. Компьютеры клиентов смогут часто и без задержек соединяться с серверами, что приведет к почти мгновенному выполнению запросов пользователя. Кроме того, уменьшатся ограничения на размер передаваемых наборов данных.

3.165. В отличие от современных пакетов картографических программ в Интернете, обычно создающих изображения в формате GIF, который может быть сохранен пользователем, будущие пакеты программ, по всей вероятности, будут поддерживать кэширование или загрузку векторной информации в компьютер пользователя. Получит ли пользователь доступ к этим векторным данным, будет зависеть от системы. Ясно, что это создаст трудности с защитой авторских прав на данные. Если учреждение, проводящее перепись, берет плату за цифровые географические данные, то доступ к картографическому серверу Интернета, снабжающему векторными данными, также может оплачиваться.

3.166. Оптимальная стратегия доступа к данным Интернета и распространения данных о результатах переписи населения будет зависеть от возможностей и специальных знаний пользователя. Гибкая система сможет обеспечить услуги пользователям любых уровней:

- «Мощным пользователям», желающим получить всю базу данных для применения ее на собственном компьютере с помощью коммерческих компьютерных программ ГИС. Эти пользователи обслуживаются обычными методами распространения данных, такими, как покупка CD-ROM, или опциями Интернета, загружающими «сырые» наборы данных ГИС переписи.
- Активным пользователям, владеющим некоторыми специальными знаниями ГИС, но не имеющим своих достаточно мощных ГИС. Эти пользователи желают загружать части базы данных вместе с программными модулями (апплетами) ГИС, которые могут решить необходимые задачи.
- Пассивным пользователям, желающим просто получить заранее созданную карту. Запрос пользователя выполняется сервером, а выходная информация посылается пользователю через Интернет в подходящем формате, например в виде растровых изображений или файлов PostScript — для карты или файлов электронной таблицы или базы данных — для данных.

3.167. Гибкая система распространения данных переписи населения через Интернет могла бы выглядеть следующим образом:

- Пользователи определяют географическое положение интересующей их территории. Это может сводиться к загрузке данных или просто к запросу кар-

карты. Нужная географическая территория может быть определена любой из следующих географических привязок:

- именем географической территории, таким, как название города, района или области;
- ограничивающим прямоугольником, заданным географическими координатами;
- территорией, определяемой пользователем в диалоговом режиме с помощью функций просмотра и изменения масштаба изображения. Например, интерфейс может начаться с окна, показывающего карту всей страны. Затем пользователь может увеличить масштаб изображения в районе интересующей его территории и выбрать конкретную географическую территорию, вычерчивая прямоугольник или многоугольник на экране. По мере увеличения масштаба окно интерфейса показывает пользователю на карте все большее количество деталей. Сначала на карте видны только страна и границы областей. По мере того как пользователь последовательно увеличивает масштаб просмотра какой-либо одной области, появляются границы районов и их административные центры. Выбрав конкретный город, пользователь увидит главные улицы и границы городских счетных участков. Уровень детальности показа определяется масштабом карты, который соответствует размеру карты на экране пользователя;
- территорией, определяемой географическим запросом. Например, коммерческий пользователь, который желает получить информацию о демографических характеристиках потенциальных покупателей, может запросить демографическую информацию о территории, расположенной в радиусе 5 км от местоположения торгового центра. Государственное учреждение, занимающееся планированием, может запросить данные о населении, живущем в пределах 5 км от предполагаемой полосы отчуждения магистрали.
- Пользователь выбирает интересующие его переменные и желаемый тип выходных данных. Опции могут включать карты, для которых пользователь может определить основные картографические элементы, такие, как число категорий, тип группировки и цвета закрашки. Выходные данные могут также быть простой таблицей данных, показывающей переменные, выбранные для территории, интересующей пользователя. Пользователь определяет также, нужны ли база данных, географический запрос и модули анализа или желательны ли карта или база данных.

- Сервер базы данных интерпретирует запрос пользователя и создает подходящую сокращенную версию базы данных. Для территорий, определенных с помощью географических наименований, эта процедура сводится просто к логическому отбору, например, всех счетных участков в пределах данного района. Для территорий, не соответствующих стандартной географической иерархии переписи населения, необходима некоторая дополнительная обработка. В некоторых странах теперь уже есть или создаются базы данных ГИС единиц жилья, в которых указаны географические координаты каждого места жительства. В этом случае ГИС, размещенная на сервере, может составить любые заказанные таблицы, выбрав все домохозяйства, попадающие в определенную пользователем географическую территорию. В случаях, когда это невозможно, ГИС, обслуживаемая сервером, должна выполнить площадную интерполяцию с помощью методов, описанных в разделе D, ниже.
- Результат запроса возвращается пользователю или в виде исходных данных, которыми пользователь может манипулировать далее с помощью апплетов ГИС, или в виде отчетной карты или базы данных, которые могут быть употреблены пользователем непосредственно. Документация данных и другая нужная информация, дополняющая базу данных и карты, разумеется, тоже должны быть доступны.

3.168. В зависимости от принятой в стране политики распределения данных эти услуги могут быть либо бесплатными, либо платными. Если запросы на исходную информацию, которая уже составлена, могут обслуживаться бесплатно, то более сложные запросы могут быть платными.

3.169. Если заказанные пользователем таблицы основаны на микроданных, то возникают существенные вопросы сохранения конфиденциальности данных. Вопросы сохранения тайны в Интернете важны как в управлении данными переписи населения в сети, так и в коммерческих приложениях Интернета. Внутренняя сеть, дающая доступ к микроданным переписи населения, должна быть поэтому отделена брандмауэром от той области Интернета, которая предоставляет внешним пользователям доступ к обобщающим показателям переписи.

3.170. Очевидно, что задуманный интерфейс распространения данных претендует на очень многое. Он требует быстрых соединений с Интернетом и сможет обслуживать большое число пользователей только в том случае, если Интернет будет широко доступен и для частных домохозяйств, и для торгово-промышленных предприятий, и для правительственных организаций. Во многих странах эти требования еще не выполняют-

ся, но, учитывая быстрое развитие технологии, многие страны будут в состоянии удовлетворять большинство запросов на данные через Интернет уже в ближайшем будущем. Некоторые организации, обрабатывающие результаты переписи населения, активно проводят политику распространения данных, включающую описанные здесь элементы. Примером может служить Система доступа и распространения данных [Data Access and Dissemination System (DADS)], называемая также «американским искателем фактов» («American fact finder»), для переписи населения США 2000 года. Согласно проектным планам для DADS, разработанным Бюро переписи населения США, география должна являться базой для интегрирования данных с использованием как стандартных географических территорий, так и нестандартных географических элементов, основанных на центроидах или координатах, в зависимости от ситуации.

D. БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ ТЕМЫ. ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПЕРЕПИСИ НАСЕЛЕНИЯ

1. *Определение границ городских территорий*

3.171. Критерии определения принадлежности территории к городским или сельским районам меняются от страны к стране (см. United Nations, 1993). Для классификации поселков и деревень в качестве городских или сельских поселений наиболее распространенным методом является использование какого-нибудь порогового значения численности населения. Данное значение может меняться в пределах от 300 до 5000 человек. Вторым методом, который применяется тоже часто, является функциональное определение городского поселения. Поселок считается городским, если он обеспечивает определенные административные, образовательные и торгово-промышленные функции для окружающих районов, удаленных от промышленных и культурных центров.

3.172. В некоторых случаях было бы также полезно найти более общие методы разграничения территорий, включенных в городскую зону. Использование административных единиц в качестве основы для разграничения городских или сельских поселений означает, что сравнительно большие округа полностью классифицируются как городские, даже если они в дополнение к главному поселку или городу имеют значительные сельскохозяйственные или лесные территории. Некоторые страны проводят поэтому дополнительно более тонкое разграничение, объявляя городскими только те территории, которые густо заселены и в которых большинство населения не занято преимущественно сельскохозяйственной деятельностью. В разных случаях такие территории называются то урбанизированными местностями, то густонаселенными округами.

3.173. Если доступна полная цифровая база данных счетных участков, то функции ГИС могут помочь в планировании таких участков. Ooishi and others (1998), например, описывают автоматизированную систему, используемую в Японии, которая группирует первоначальные единичные блоки, то есть наименьшие территории, для которых составлялись данные, в более крупные территориальные единицы. Эта система, которая включена в стандартный пакет программ ГИС, использует целый ряд критериев, основанных на пороге плотности населения и ограничениях по смежности. Порог какой-либо территории используется для принятия решения, должна ли территория, окруженная густонаселенными объектами, быть включена или исключена. После объединения счетных блоков в густонаселенные округа персонал, обрабатывающий результаты переписи, может производить любое число статистических сводок по данным переписи для этих территорий и публиковать их в табличной или картографической форме. Сравнение карт этих территорий, составленных для двух разных циклов переписи населения, может выявить увеличение или уменьшение урбанизированных территорий.

3.174. Более морфологический подход к разграничению территорий, включенных в городскую зону, возможен для тех наиболее густонаселенных территорий страны, для которых недавно сделаны аэрофотоснимки или снимки, полученные со спутников. Если эти изображения существуют в цифровой форме, то городская территория может быть очерчена путем прослеживания границы между застроенными и сельскохозяйственными, саванновыми или лесными территориями. Персонал, обрабатывающий результаты переписи, может получить статистические данные для этих территорий наложением счетных участков и агрегированием данных или для всех счетных участков, которые попадают на урбанизированную территорию, или с помощью некоторых форм площадной интерполяции, как это описано в предыдущем разделе.

2. *Согласование статистических показателей небольшой территории с аналогичной информацией предыдущих переписей населения*

3.175. Переписи населения дают информацию о демографических и социально-бытовых условиях в стране на определенный момент времени. Для того чтобы узнать об изменениях в стране, данные текущей переписи населения должны быть сопоставлены с информацией предыдущих переписей. Обычно это делается для показателей, агрегированных в масштабе страны, и, возможно, для некоторых больших и сравнительно стабильных географических единиц, таких, как штаты или области. Однако местные правительственные органи-

зации и частные пользователи данных могут тоже извлечь пользу из информации об изменениях на местном уровне.

3.176. К сожалению, административные границы и границы счетных участков со временем меняются. Чем ниже уровень агрегирования, то есть от области к району, от района к избирательному округу и от избирательного округа к счетному участку, тем больше изменений происходит между переписями. Для создания временных рядов данных, собранных на небольшой территории, карт изменений на местном уровне или статистических сводок границы и данные двух или более переписей населения должны быть согласованы. В следующих разделах описываются два варианта согласования.

a) Агрегирование старых счетных участков до границ нового округа

3.177. Эта задача сравнительно проста, если имеется множество границ, которые совпадают и для той, и для другой переписи населения, то есть «наименьший общий знаменатель». Предположим, что в самой последней переписи населения могли измениться только границы счетного блока, но не границы административных районов или подокругов. Данные о населении подокругов могут быть сопоставлены просто путем агрегирования данных счетных блоков. Однако в период между переписями населения счетные блоки могут быть отнесены к другим подокругам без изменения существующих границ. В этом случае нам придется определять, в какой из счетных подокругов переписи 1 попадает каждый из счетных подокругов переписи 2. Операции ГИС наложения многоугольников могут помочь в решении этой задачи (см. рисунок III.7).

3.178. Данная задача становится еще проще, если учреждение, проводящее перепись, создало базу данных в формате ГИС домохозяйств или единиц жилья в национальном масштабе. Для каждого адреса в базе данных ГИС доступен пункт, который соотносится с данными переписи населения в базе микроданных. Задача согласования данных для небольших территориальных единиц становится, таким образом, просто ГИС-операцией «точка в многоугольнике», за которой следует агрегирование данных для домохозяйств, которые попадают в одну и ту же отчетную единицу (см. рисунок III.8). Кроме точечных отметок, представляющих домохозяйства, точки могут также представлять центры небольших счетных участков. Хотя точные границы этих территорий могут быть неизвестны, агрегирование до сравнительно больших подокругов или территорий сравнимых с ними размеров может дать приемлемые оценки.

Рисунок III.7. Агрегирование данных в случае, когда границы более высокого уровня совпадают

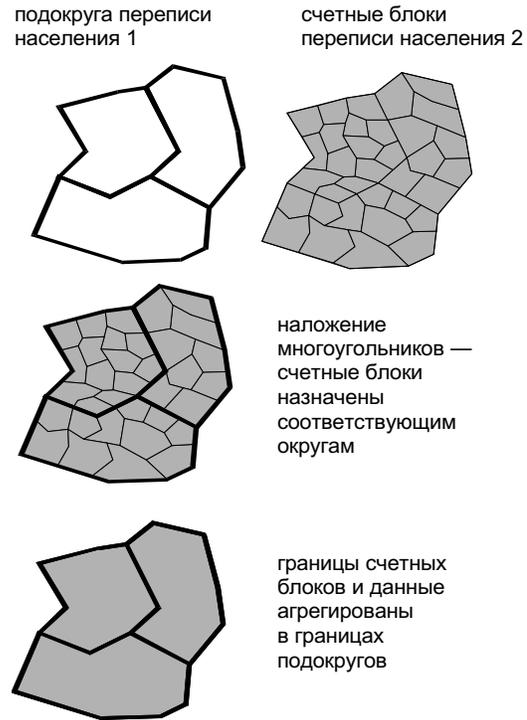
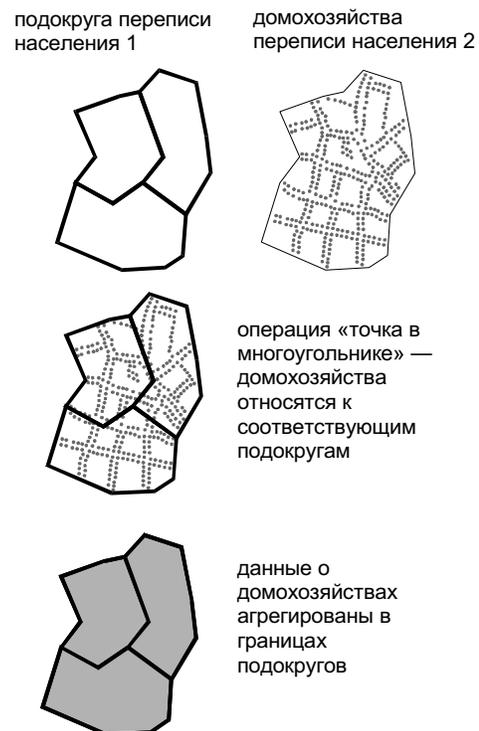


Рисунок III.8. Агрегирование данных, содержащих точечные данные

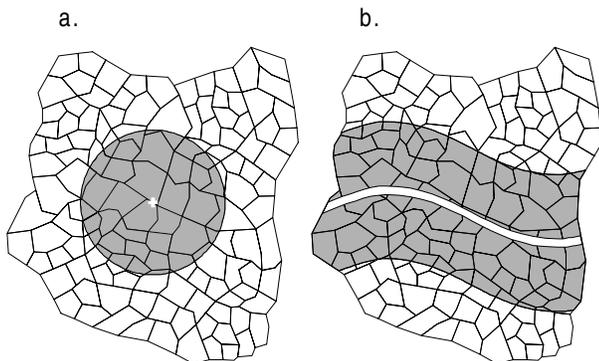


b) Площадная интерполяция в случае, когда границы несовместимы

3.179. Если на некотором географическом уровне агрегации границы отчетных единиц двух переписей населения не совпадают, то для получения совместимых данных переписи населения необходима какая-нибудь форма площадной интерполяции. Площадной интерполяцией называется процесс переноса данных, например общей численности населения, с одного множества территориальных единиц на другое, не совпадающее с первым множеством единиц.

3.180. Два множества территорий могут быть или одного и того же типа, например счетные участки, которые были существенно пересмотрены в период между двумя переписями населения, или разными, например когда нужно оценить демографические данные переписи населения для зон земной поверхности или водосборных бассейнов. Площадная интерполяция также необходима, когда запрос к базе данных определяется операцией пространственной близости. Например, чтобы получить демографические характеристики населения, проживающего в пределах круга определенного радиуса с центром в точечном объекте, таком, как больница (см. рисунок III.9a), или в пределах определенного расстояния от реки, которая часто разливается (см. рисунок III.9b), сначала необходимо определить буферную зону. Затем демографические данные, доступные для небольших отчетных территориальных единиц, интерполируются, чтобы извлечь данные для буферной зоны.

Рисунок III.9. Получение данных по территориям, не совпадающим с границами отчетных участков



3.181. Описания методов площадной интерполяции даны в Flowerdew and others (1991), Goodchild and others (1993) и Fisher and Langford (1995). В последующих разделах зоны, для которых данные доступны, называются *исходными зонами*, а зоны, для которых необхо-

димо получить оценки, именуются *конечными зонами*. Какой из методов площадной интерполяции больше всего подходит, зависит от того, в каком из типов зон (в исходных зонах, конечных зонах или в третьем типе зон, которые называются *контрольными зонами*) мы можем считать переменную распределенной равномерно. В следующих разделах обсуждаются эти три случая. Обсуждаемый пример относится к интерполяции значений численности населения, но так же могут быть интерполированы и другие переменные.

3.182. Важно отметить, однако, что *ни один метод интерполяции не может обеспечить безошибочных оценок* социально-экономических показателей в конечных зонах. Действительно, для приложений, требующих высокой точности, ошибки часто могут быть недопустимо большими. Площадная интерполяция должна, таким образом, рассматриваться как крайнее средство, применяемое только тогда, когда более точные операции, такие, как перегруппировка небольших отчетных единиц, невозможны.

i. *Однородные исходные зоны*

3.183. В простейшем случае мы можем предположить с достаточной долей уверенности, что распределение населения в исходных зонах относительно равномерно. Учреждения, проводящие переписи населения, часто разрабатывают систему отчетных территориальных единиц так, чтобы они были внутренне однородны. Таким образом, это допущение часто бывает совершенно оправданным, кроме тех случаев, когда экстремальные топографические условия — крутые горы, болотистые местности или пустыни — вызывают неравномерное распределение населения. Если допущение об одинаковых плотностях населения в каждой исходной зоне правдоподобно, мы можем допустить, что если, например, 65% исходной зоны А перекрываются конечной зоной I, то 65% населения исходной зоны А проживают в конечной зоне I (см. рисунок III.10). Другими словами, население распределено пропорционально площади перекрытия между исходными и конечными зонами. Поэтому этот метод называется также площадным взвешиванием.

3.184. Чтобы проиллюстрировать этот подход, рассмотрим рисунок III.10 и таблицу III.2. Информация, которая нам требуется в дополнение к общей численности населения каждой исходной зоны, — это площади перекрытия исходных и конечных зон. Стандартная ГИС-операция наложения многоугольников позволяет легко получить эти числа. ГИС комбинирует многоугольники, представляющие исходные и конечные зоны, и вычисляет площадь каждого нового многоугольника. Первые столбцы таблицы III.2 показывают итоговую информацию. Значения площади, выражен-

ные в квадратных километрах, должны быть теперь переведены в доли перекрытия. Например, 65% исходной зоны А попадают в конечную зону I, а 35% — в конечную зону II. Остается только умножить эти доли перекрытий на численность населения исходной зоны, чтобы получить оценки для конечных зон. Например, оценка численности населения конечной зоны I равна $0,65\% \times$ численность населения исходной зоны А + $0,75\% \times$ население исходной зоны В (никакая часть исходной зоны С не пересекается с конечной зоной I). Результат равен 28 500.

Рисунок III.10. Площадная интерполяция — однородные исходные зоны

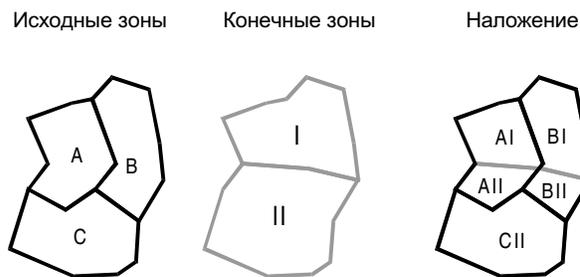


Таблица III.2. Площадная интерполяция — иллюстрация вычислений для однородных исходных зон

	Площадь перекрытия (кв. км)			Доли перекрытия		Население исходных зон	Население конечных зон	
	I	II	Итого	I	II		I	II
А	117	63	180	0,65	0,35	15 000	9 750	5 250
В	150	50	200	0,75	0,25	25 000	18 750	6 250
С	0	210	210	0,00	1,00	12 000	0	12 000
Итого	267	323	590			52 000	28 500	23 500

3.185. Это описание иллюстрирует принцип площадного взвешивания. На практике есть более простой способ реализовать этот подход в ГИС:

- Во-первых, мы вычисляем плотность населения исходной зоны, деля общую численность населения на площадь зоны, которая может быть рассчитана ГИС. Результат сохраняется в поле данных атрибутивной таблицы в базе данных ГИС.
- Затем мы выполняем операцию наложения многоугольников и даем ГИС задание рассчитать правильную площадь для каждого нового многоугольника, образовавшегося при пересечении.
- Для каждого нового многоугольника мы получаем оценку численности населения, умножая плотность населения, вычисленную на первом этапе, на новые значения площади. Остается только просуммировать численность населения для всех площадей перекрытия, которые принадлежат одной и той же конечной зоне.

3.186. Поскольку в пределах территориальных единиц значения плотности часто меняются, то в оценках численности населения конечных зон всегда будет ошибка. Эта ошибка может быть весьма значительной, поэтому пригодность площадной интерполяции зависит от конкретных условий на изучаемой территории.

3.187. Если есть информация о необитаемых территориях, она может быть включена в процедуру площадного взвешивания путем предварительного вычитания пустых территорий. Например, границы озер, сельскохозяйственных угодий, непроходимых лесов или других необитаемых территорий могут быть извлечены из дополнительных слоев ГИС, что позволит значительно улучшить оценки численности населения конечных зон. В картографии эта технология называется *дасиметрическим* (dasymetric) составлением карты. Для получения более реалистических оценок плотности населения картограф должен исключить незаселенные территории перед тем, как составить хороплетную карту (см., например, Plane and Roger-son, 1994).

ii. *Однородные конечные зоны*

3.188. Площадное взвешивание не дает хороших результатов, если постоянная плотность наблюдается в конечных, а не в исходных зонах. Например, исходные зоны могут быть достаточно большими и разнородными округами, в то время как конечные зоны могут представлять собой классы землепользования или земной поверхности. Разумно предположить, что классы земной поверхности, такие, как городская, сельскохозяйственная и лесная, имеют достаточно равномерное распределение населения. При условии, что число ко-

нечных зон меньше, чем число исходных, мы можем производить оценки численности населения конечных зон с помощью методов статистической регрессии.

3.189. Точнее говоря, плотности населения конечных зон могут быть оценены как коэффициенты линейной регрессии, проходящей через начало координат, то есть без свободного члена. Зависимой переменной является численность населения исходной зоны, а независимыми переменными — площади перекрытия исходных и конечных зон. Затем мы можем рассчитать численность населения конечных зон, умножая оценки плотности на соответствующие площади перекрытия с последующим суммированием по всем площадям перекрытия с конечными зонами. Расчеты регрессий могут быть выполнены в любом статистическом пакете или электронной таблице.

3.190. На рисунке III.11 и в таблице III.3 представлен пример. Нам нужно оценить общую численность населения в трех конечных зонах, распределение населения в которых предполагается равномерным. Общая численность населения известна для каждой исходной зоны. Операция наложения ГИС дает площади перекрытия каждой исходной и конечной зоны. Линейная регрессия дает оценки коэффициента (плотности населения), равные 16,0, 15,5 и 21,5. Умножая их на соответствующие площади полных конечных зон, получаем оценки численности населения, равные 18 179, 17 422 и 38 194 человек. Сумма этих значений отличается от известной общей численности населения на всей территории. Данное отличие объясняется ошибкой в регрессии, которая может быть значительной. Проблема должна быть решена простой линейной подгонкой.

Рисунок III.11. Площадная интерполяция для однородных конечных зон

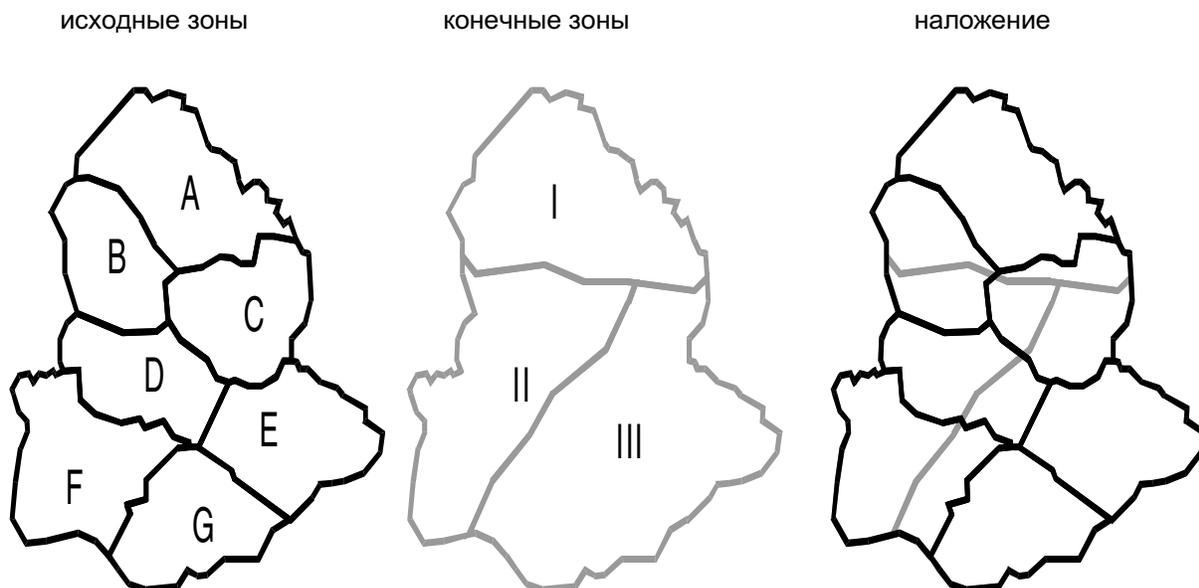


Таблица 3.3. Площадная интерполяция — иллюстрация вычислений для однородных конечных зон

Исходная зона	Население	Площадь перекрытия (кв. км)			Общая площадь (кв. км)
		Конечные зоны			
		I	II	III	
A	9 692	735	0	0	735
B	14 614	258	198	0	456
C	7 422	140	131	268	539
D	5 092	0	330	151	481
E	11 686	0	466	212	678
F	6 503	0	0	539	539
G	19 561	0	0	707	607
Итого	74 570	1 133	1 125	1 777	4 035
Оценки плотности		16,0	15,5	21,5	
Оценка численности населения		18 179	17 442	38 194	

3.191. Если число конечных зон больше, чем число исходных зон, то необходимо либо принять дополнительные допущения, либо укрупнить конечные зоны. Часто, если плотности не слишком меняются внутри административной единицы, то после импортирования необходимых данных из ГИС регрессии легко могут быть рассчитаны в программе электронной таблицы. Однако, если на изучаемой территории наблюдаются крайне низкие плотности, может случиться, что коэффициенты регрессии окажутся отрицательными, означая тем самым наличие отрицательных значений плотности населения. В этом случае должны применяться специализированные методы регрессии либо можно исправить отрицательные плотности конечных зон, приняв их равными нулю или некоторому другому внешним образом оцененному значению (так называемое ограниченное оценивание).

iii. *Однородные контрольные зоны*

3.192. Наконец, в тех случаях, когда ни плотности исходных, ни плотности конечных зон не могут считаться однородными, мы можем подключить вспомогательную информацию, такую, как база данных ГИС территориальных единиц, которые считаются имеющими постоянные плотности. Примерами могут служить оцифрованные карты землепользования (Moheu and Allanson, 1994) или сгруппированные графические данные дистанционного зондирования (Langford and others, 1991). Эти контрольные зоны не должны согласовываться ни с исходными, ни с конечными зонами.

Подход, основанный на контрольных зонах, сочетает вычисление оценки регрессии для однородных конечных зон с площадным взвешиванием, которое подходит для однородных исходных зон.

3.193. При условии, что число контрольных зон меньше, чем число исходных зон, плотности контрольных зон могут быть оценены с помощью линейной регрессии, проходящей через начало координат, как это описано в предыдущем разделе. Имея эти оценки плотностей, мы можем оценить численность населения конечных зон, используя площади перекрытия контрольных и конечных зон. Данная процедура идентична площадному взвешиванию, описанному ранее. На этом втором этапе число конечных зон не ограничено числом исходных зон.

iv. *Заключение*

3.194. Три варианта процедур площадной интерполяции, кратко описанные выше, вместе с дополнениями, предложенными в процитированной литературе, обеспечивают полный комплект инструментов для переноса данных с одного множества территориальных единиц на другое, не совпадающее с ним множество. Следует, однако, повторить, что в зависимости от степени изменчивости плотностей в пределах изучаемой территории и качества вспомогательной информации *ошибки, присущие такой оценке, могут быть весьма значительными*. Таким образом, сбор дополнительной информации на уровнях, дающих высокое разрешение (если, конечно, такая информация доступна), остается наиболее

лее предпочтительным подходом в ситуациях, когда необходима высокая точность данных.

3.195. Кроме упомянутых был предложен целый ряд других методов площадной интерполяции. Некоторые из них не оценивают численность населения конечных зон непосредственно. Вместо этого население в каждой исходной зоне вначале распределяется по мелкоячеистой сетке (то есть по растровому слою данных ГИС), которая накладывается на изучаемую территорию. Для этого процесса необходимо сформулировать несколько правил.

3.196. Можно, например, предположить, что население распределено очень равномерно. Мы можем поэтому считать, что в любом произвольно взятом округе больше людей живет на территориях, граничащих с другими округами, отличающимися более высокой плотностью населения, чем на территориях, близких к округам с низкой плотностью. В этом и заключается принцип гладкой пикнофилактической интерполяции Тоблера (Tobler, 1979). «Пикнофилактический» означает «сохраняющий массу», из чего следует, что после того, как многократно повторенная процедура интерполяции распределит население таким образом, чтобы полученная поверхность была максимально гладкой, сумма численности населения всех ячеек растровой сетки в пределах округа останется равной известной общей численности населения округа. В альтернативном варианте преобразование многоугольника в растровые данные может направляться дополнительной информацией, такой, как землепользование, транспортная инфраструктура, структура поселений и другие показатели плотности населения. Bracken and Martin (1989), Martin (1991), Langford and Unwin (1994) и Deichmann (1996) рассматривают эти и несколько других подходов более подробно.

с) Базы данных системы географической информации, зависящей от времени

3.197. В длительной перспективе учреждение, проводящее перепись населения, должно стараться минимизировать несовместимость статистических отчетных единиц, использованных в разные циклы переписи. Таким образом, стратегическая цель заключается в сборе и координации данных во времени. Идеальным выходом была бы база данных временной ГИС, которая связывала бы границы и данные, собранные в разные моменты времени (подробный обзор можно найти в Langran, 1992). Имеются три основных способа учесть изменения границ административных или отчетных территорий в пространственно соотнесенных базах данных:

- Хранить наборы данных границ для каждого периода времени отдельно.
- Подгонять исторические данные, чтобы они соответствовали самому последнему по времени набору границ.
- Интегрировать информацию о полном временном ряде в базу данных.

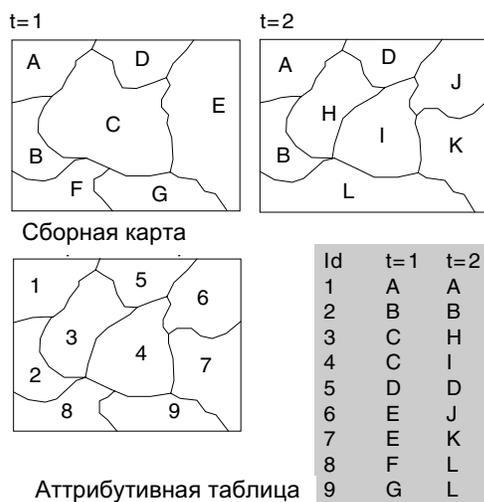
3.198. В первом из этих подходов административные границы для каждой переписи населения хранятся в отдельном слое данных ГИС. Недостаток этой схемы заключается в отсутствии прямой связи между данными разных периодов времени. Например, необходимы значительные дополнительные манипуляции для того, чтобы вычислить темпы роста от одного цикла переписи до другого для территориальных единиц, границы которых со временем менялись.

3.199. Второй подход включает согласование данных, полученных в разные моменты времени, с границами административных единиц, существовавших во время самой последней переписи населения. Когда меньшие единицы предшествующих переписей населения сливаются в новую, большую учетную зону, данные могут быть просто агрегированы. Но чаще, однако, более вероятно, что округа между переписями были разделены на части или что были проведены совершенно новые границы. И в том, и в другом случаях построение совместимых временных рядов данных нуждается в какой-нибудь схеме усреднения данных. Или индивидуальные округа укрупняются до наинизшего уровня, при котором два множества границ совпадают («наименьший общий знаменатель»), или используются некоторые формы площадной интерполяции, как это описано в предыдущем разделе.

3.200. Третий подход (то есть полностью интегрированная пространственно-временная база данных) рассчитан на хранение в базе данных полной информации об изменениях границ со временем (см. рисунок III.12). В такой системе наборы пространственных данных состоят из элементарных многоугольников, каждый из которых в любое данное время принадлежит только одной административной единице. Элементарные многоугольники образуют то, что называется *пространственно-временным композитом*, то есть наложением всех рассмотренных наборов границ. Каждый многоугольник имеет уникальный идентификатор и один или более входов в таблице переходов, которая отмечает период времени, в продолжение которого данная территориальная единица принадлежала конкретной административной единице. Для любого заданного запроса система выбирает подходящие записи в таблице переходов и агрегирует элементарные многоугольники, которые в определенное время принадлежат одной и той

же административной единице. Полученный набор данных может быть затем связан с конкретной таблицей данных соответствующей переписи населения для составления карты или выполнения новых запросов.

Рисунок III.12. Простая пространственно-временная база данных



3.201. Такая модель данных поддерживает протокол изменений границ со временем. Однако это не решает проблемы создания совместимых временных рядов для показателей переписи населения. Поскольку таблицы данных для каждой переписи населения хранятся в отдельных, часто несовместимых таблицах данных, то некоторые формы площадной интерполяции продолжают оставаться необходимыми для сравнения данных переписей населения, проведенных в разное время.

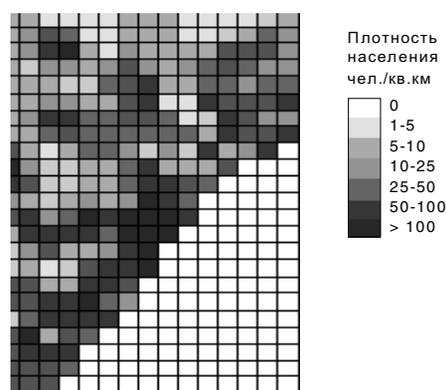
3. Данные о населении по ячейкам сетки

3.202. Счетные участки или административные единицы представлены в ГИС как многоугольники нерегулярной формы. Для некоторых приложений меняющиеся формы и размеры этих отчетных единиц являются недостатками. Поэтому национальные статистические организации нескольких стран разработали базы данных для переписи населения по ячейкам регулярной сетки (см. рисунок III.13). Размеры ячейки сетки колеблются от 100 м в Соединенном Королевстве до 1 км в Японии и Республике Корея и до 5 км в некоторых международных базах данных.

3.203. В прошлом одним из мотивов для такого подхода было наблюдение, что растровые данные легче хранить и обрабатывать в компьютере. Вместо координат

границ растровые данные ГИС состоят преимущественно из длинных списков значений данных. Небольшой заголовок сообщает компьютеру, сколько значений данных (столбцов) хранится в каждом ряду, а также передает координаты границ и размеры ячеек сетки в реальных единицах длины. Карты растровых данных ГИС легко воспроизводятся на постстрочно-печатающих устройствах посредством печати значений данных и текстовых символов в виде регулярного массива рядов и столбцов.

Рисунок III.13. Плотность населения на регулярной растровой сетке



3.204. Но, кроме того, данные о населении, собранные по регулярной сетке, имеют и некоторые другие преимущества. Многие наборы данных об окружающей среде, включая климатические показатели и высотные отметки, хранятся в растровом виде. Поэтому анализ показателей народонаселения и окружающей среды весьма облегчается хранением обоих типов данных в виде сеток. Тот факт, что площади всех отчетных единиц равны, также обеспечивает более единообразное представление при составлении тематических карт. Хорошими примерами применения этого подхода являются составленные по регулярной сетке карты плотности населения в Атласе народонаселения Китая (Population Census Office, 1987) и Национальном атласе Швеции (Statistics Sweden, 1993).

3.205. Существует несколько подходов к созданию ячеек сетки с использованием данных отчетных единиц переписи (например, Ohtomo, 1991). Наиболее точные результаты достигаются, если с ячейками сетки связываются индивидуальные домохозяйства или жилые единицы (рисунок III.14a). В некоторых случаях это может быть достигнуто непосредственно, особенно если учреждение, проводящее перепись, поддерживает географически соотнесенный регистр адресов, связанный с набором микроданных переписи населения. Вполне можно представить, что с падением цен на

приборы глобальной системы определения местоположения все больше стран будут производить данные, например снабжая во время переписи населения каждого счетчика таким прибором, с тем чтобы он мог вводить точные координаты домохозяйства вместе с другими его характеристиками. Если используются ручные методы, то для каждого населенного пункта необходимы крупномасштабные карты, на которых можно идентифицировать индивидуальные домохозяйства. Ясно, что это крайне трудоемкая задача и только очень немногие учреждения, проводящие перепись населения, будут в состоянии создавать сеточные базы данных этим способом.

3.206. Другой подход заключается просто в отнесении отчетной единицы переписи к ячейке сетки, если более половины ее площади попадает в эту ячейку (см. рисунок III.14b). С другой стороны, большой счетный участок может совпадать с несколькими намного меньшими ячейками сетки (см. рисунок III.14c). В этом случае данные счетного участка могут быть отнесены в итоге к ячейке сетки, которая содержит центрост населения счетного участка. Центрост населения должен быть назначен в диалоговом режиме. Этим назначением задается представляющая точка в счетном участке, которая должна совпадать с наибольшей концентрацией населения на этой территории. В альтернативном подходе данные могут быть распределены равномерно по всем ячейкам сетки, которые попадают в счетный участок.

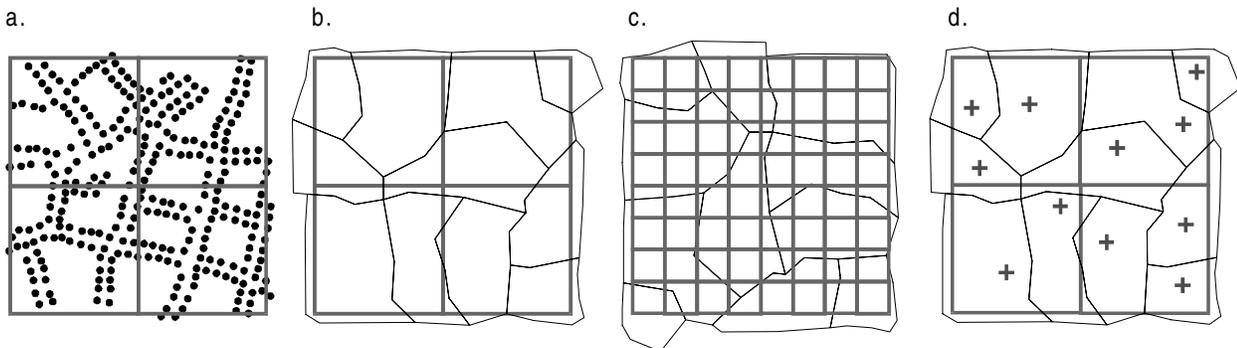
3.207. Центросты или представляющие точки могут быть тоже использованы для прямого назначения данных счетных участков ячейкам сетки. Аналитик может предпочесть отнесение данных к той ячейке сетки, в которую попадает представляющая их точка. Использование представляющих точек, взвешенных согласно

численности населения, должно дать лучшие результаты, чем использование геометрических центростов, рассчитанных ГИС (см. рисунок III.14d).

3.208. Наконец, для пересчета данных о переписи населения для ячеек сетки мы можем использовать описанные ранее методы площадной интерполяции. В данном случае исходные зоны представлены счетными участками, а конечная зона состоит из слоя полигональных данных — регулярной сетки. Если счетные участки невелики, то простое площадное взвешивание должно дать удовлетворительные результаты. Как и все другие методы, эта технология может выполняться с помощью стандартной функции наложения ГИС.

3.209. Существуют два подхода к хранению данных. Один из них заключается в хранении ячеек сетки в векторном формате, в котором каждая ячейка сетки является, по сути, квадратным полигоном. Этот подход позволяет легко сохранять показатели переписи населения в таблице полигональных атрибутов базы данных ГИС. Однако такой способ хранения означает, что преимущества растровых ГИС — более быстрая и простая обработка и совместимость с экологическими наборами данных — не могут быть использованы. Второй подход, который сочетает преимущества возможностей векторного формата реляционной базы данных и универсальность растровых сеток, — это использование пакета программ ГИС, который может согласовывать таблицы атрибутов с ячейками растровой сетки. В этом случае нужна только одна сетка, в которой каждой ячейке присвоен уникальный идентификатор. Идентификатор указывает на таблицу атрибутов, которая содержит все показатели переписи населения. ГИС может затем обеспечить динамический доступ к любому из этих показателей для составления карты или ее анализа.

Рисунок III.14. Альтернативные методы синтезирования данных о населении для квадратов сетки



Библиография и ссылки

- Ahmed, M. M. (1996). Geographical information system (GIS) and its statistical applications in Egypt. *Journal of Economic Cooperation among Islamic Countries*, vol. 17, no. 1–2, pp. 25–39.
- Antenucci, J. C., and others (1991). *Geographic Information Systems: A Guide to the Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Aronoff, S. (1991). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- ASCE (1994). *The Glossary of the Mapping Sciences*. Bethesda, Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Society for Civil Engineers.
- Batini, C., S. Ceri and S. B. Navathe (1992). *Conceptual Database Design. An Entity-Relationship Approach*. Redwood City, California: Benjamin/Cummings.
- Batty, M. (1992). *Sharing Information in Third World Planning Agencies* NCGIA Technical Report 92-8. Buffalo, New York: National Center for Geographic Information and Analysis. (ftp://ftp.ncgia.ucsb.edu/pub/Publications/Tech_Reports/92/92-8.PDF)
- _____, D. F. Marble and A. Gar-On Yeh (1995). *Training Manual on Geographic Information Systems in local/regional planning*. Nagoya, Japan: United Nations Centre for Regional Development.
- Becker, P., and others (1996). *GIS Development Guide*. Local Government GIS Demonstration Grant, Erie County Water Authority. Buffalo, New York: National Center for Geographic Information and Analysis, GIS Resources Group Inc. (www.geog.buffalo.edu/ncgia/sara/)
- Ben-Moshe, E. (1997). Integration of a national GIS project within the planning and implementation of a population census. Euro-Mediterranean workshop on new technologies for the 2000 census round. Ma'ale Hachamisha, Israel, 16–20 March. (www.cbs.gov.il/mifkad/euromedit.htm)
- Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press. Original in French *Semiologie Graphique*. Paris, 1977.
- Boehme, R. (1991). *Inventory of World Topographic Mapping*. Essex, United Kingdom: Elsevier Science Publishers.
- Bond, D., and L. Worrall (1996). Geographical information systems, spatial analysis and public policy — the British experience. *Proceedings of the Fifth Independent Conference of the International Association for Official Statistics*. Reykjavik, 1–5 July.
- _____, and others, eds. (1994). *GIS, Spatial Analysis and Public Policy*. Conference proceedings. Coleraine, United Kingdom: University of Ulster.
- Bossler, J. D., and R. W. Schmidley (1997). Airborne system promises large-scale mapping advancements, *GIS World*, vol. 10, no. 6, pp. 46–48.
- Bracken, I., and D. Martin (1989). The generation of spatial population distributions from census centroid data. *Environment and Planning A*, 21, pp. 537–543.
- Brewer, C. (1994). Colour use guidelines for mapping and visualization. In *Visualization in Modern Cartography*, A. M. MacEachren and D.R.F. Taylor, eds. London: Pergamon.
- Broome, F. R., and others (1995). Automated mapping at the United States Census Bureau: 1980–1994 (parts I and II), *Cartography and Geographic Information Systems*, vol. 22, no. 2.
- BUCEN (1978). *Mapping for censuses and surveys*, Statistical Training Document ISP-TR-3. Washington, D.C.: United States Department of Commerce, Bureau of the Census.
- _____. (1997). Information technology operational plan for the decennial census 1998–2002., Washington, D.C.: United States Department of Commerce, Bureau of the Census. 7 November.
- Bugayevskiy, L. M., and J. P. Snyder (1992). *Map Projections: A Reference Manual*. London: Taylor and Francis.
- Canters, F., and H. Declair (1989). *The World in Perspective. A Directory of World Map Projections*, New York: John Wiley and Sons.
- Carlson, G. R., and B. Patel (1997). New era dawns for geospatial imagery. *GIS World*, vol. 10, no. 3, pp. 12–15. (www.geoplace.com/print/gw/1997/0397feat.html)
- Clarke, D. (1997). Mapping for the reconstruction of South Africa. In *Framework for the World*, D. Rhind, ed. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

- Clayton, C., and J. Estes (1980). Image analysis as a check on census enumeration accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, no. 46, pp. 757–764.
- Coiner, J. C. (1997). Transferability of the Qatar enterprise GIS model: experience in Viet Nam and Jamaica. *Proceedings GIS/GPS Conference 97*. Doha, 2–4 March. (www.gisqatar.org.qa/conf97/links/f3.html)
- Cost, F. (1997). *Pocket Guide to Digital Printing*. Albany, New York: Delmar Publishers.
- Dana, P. H. (1997). Global positioning system overview. Austin, Texas: The Geographers Craft Project (on-line). (www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/gps/gps_f.html)
- Danko, D. M. (1992). The Digital Chart of the World Project, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 58, no. 8, pp. 1125–1128.
- Deichmann, U. (1996). A review of spatial population database design and modelling, Technical Report TR 96-3. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis. (ftp://ncgia.ucsb.edu/pub/Publications/tech_reports/96/96-3/)
- Dent, B. D. (1999). *Cartography. Thematic Map Design*, 5th edition, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.
- Duke-Williams, O., and P. Rees (1998). Can census offices publish statistics for more than one small area geography? An analysis of the differencing problem in statistical disclosure. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 12, no. 6, pp. 579–605.
- Eritrea National Statistical Office (1996). Preliminary design of census geographic processes. Asmara: National Statistical Office.
- Espejo, A. B. (1996). The use of geographic information systems in Mexican censuses. *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-scale Demographic Surveys*, 22–26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund.
- ESRI (1995). Data publishing guidelines for ESRI software, White paper. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute. (available at www.esri.com)
- _____ (1997). The future of GIS on the Internet, White paper. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute. (available at www.esri.com)
- EUROSTAT (1996). Statistics and Geography. *Sigma — The Bulletin of European Statistics* (summer).
- Falkner, E. (1994). *Aerial Mapping: Methods and Applications*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- FGDC (1997a). *Framework Introduction and Guide*. Washington, D.C.: Federal Geographic Data Committee.
- _____ (1997b). The subcommittee on cultural and demographic data. Washington, D.C.: Federal Geographic Data Committee. (www.census.gov/geo/www/standards/scdd/index.html)
- Fisher, P. P., and M. Langford (1995). Modelling the errors in areal interpolation between zonal systems by Monte Carlo simulation, *Environment and Planning A*, 27, pp. 211–224.
- Flowerdew, R., M. Green and E. Kehris (1991). Using areal interpolation methods in geographic information systems. *Papers in Regional Science*, no. 70, pp. 303–315.
- Foote, K. E. and A. P. Kirvan (1997). WebGIS. NCGIA Core Curriculum in GIScience. (www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u_133/u_133.html, posted 13 July, 1998)
- Fothergill, S., and J. Vincent (1985). *The State of the Nation: An Atlas of Britain in the Eighties*. London: Pan Books.
- French, G. T. (1996). *Understanding the GPS*. Bethesda, Maryland: GeoResearch.
- Gebizlioglu, L. Ö., H. M. Aral and N. Teksoy (1996). Impact of remote sensing on official statistics, *Journal of Economic Cooperation among Islamic Countries*, vol. 17, no. 1–2, pp. 1–23.
- Geomatics Canada (1994). *National Topographic Database. Standards and Specifications*. Quebec: The National Surveys, Mapping and Remote Sensing Organization, Natural Resources Canada.
- GIS World (1998). *GIS Source Book*. Fort Collins, Colorado: GIS World. (updated annually since 1989), (www.geoplance.com)
- Goodchild, M. F., L. Anselin and U. Deichmann (1993). A framework for the areal interpolation of socio-economic data. *Environment and Planning A*, 25, pp. 383–397.
- Graham, L. A. (1997). Modern-day magic: options abound for raster-to-vector conversion, *GIS World*, vol. 10, no. 7, pp. 32–38 (www.geoplance.com/gw)
- Hall, T., and others (1997). Comparison of GPS and GPS+GLONASS Positioning Performance. Proceedings ION GPS-97. Kansas City, Missouri, 16–19 September. (satnav.atc.ll.mit.edu/papers/timsept97/sep97tim.html)
- Heine, G. (1997). Geographical information standards. Luxembourg: European Commission, Directorate XIII/E. (www2.echo.lu/oii/en/gis.html)
- Hohl, P., ed. (1998). *GIS Data Conversion. Strategies, Techniques, Management*. Santa Fe, New Mexico. Onword Press.
- Jensen, J. R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 2nd edition. New York: Prentice-Hall.

- Johnson, J., and H. J. Onsrud (1995). Is cost recovery worthwhile? *Proceedings of the Annual Conference of the URISA*, San Antonio, Texas, July. (www.spatial.maine.edu/onsrud.html)
- Johnson, L. E. (1997). Factors for a successful implementation. *GIS World*, vol. 10, no. 2, p. 57.
- Jones, C. (1997). *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.
- Kennedy, M. (1996). *The Global Positioning System and GIS: An Introduction*. Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Press.
- Kraak, M. J., and F. J. Ormeling, (1997). *Cartography — Visualization of Spatial Data*, Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.
- Lang, A. (1997). Accuracy specifications affect application success. *GIS World*, vol. 10, no. 8, p. 58.
- Lange, A. (1997). Put low-cost GPS receivers to the test, *GIS World*, vol. 10, no. 6, p. 36.
- Langford, M., D. J. Maguire and D. J. Unwin (1991). The areal interpolation problem: estimating population using remote sensing in a GIS framework. In *Handling Geographical Information: Methodology and Potential Applications*, E. Masser and M. Blakemore, eds. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.
- _____, and D. J. Unwin (1994). Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system. *The Cartographic Journal*, no. 31, (21–25 June).
- Langran, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems*, London: Taylor and Francis.
- Larsgaard, M. L. (1993). *Topographic Mapping of Africa, Antarctica and Eurasia*. Provo, Utah: Western Association of Map Libraries.
- Leick, A. (1995). *GPS Satellite Surveying*, 2nd edition. New York: John Wiley and Sons.
- Li, L. (1997). Dwelling frame feasibility study. *GIS/LIS Proceedings*. Denver, Colorado, 19–21 November.
- Lillesand, T. M. and R. W. Kiefer (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*, 3rd edition. New York: John Wiley and Sons.
- Lo, C. P. (1986). *Applied Remote Sensing*, London: Longman.
- _____. (1995). Automated population and dwelling unit estimation from high-resolution satellite images: a GIS approach. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 16, no. 1, pp. 17–34.
- Lynch, M., and K. E. Foote (1997). Legal Issues Relating to GIS: The Geographer's Craft Project. Austin: University of Texas. (www.host.cc.utexas.edu/ftp/pub/grg/gcraft/contents.html)
- MacEachren, A. M. (1994). *Some Truth with Maps: A Primer on Symbolization and Design*. Washington, D. C.: Association of American Geographers.
- _____. (1995). *How Maps Work. Representation, Visualization and Design*. New York: Guilford Press.
- Martin (1991). *Geographic Information Systems and their Socio-economic Applications*. London: Routledge.
- McDonnell, R., and K. Kemp (1995). *International GIS Dictionary*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.
- Michael, J. (1997). Digital orthophotography — Principles, project design, issues, utility, accuracy, economics. *Proceedings GIS/GPS Conference 97*. Doha, 2–4 March. (www.gisqatar.org.qa/conf97/links/hl.html)
- Misra, P. (1993). Integrated use of GPS and GLONASS in civil aviation. *The Lincoln Laboratory Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 231–248. (satnav.atc.ll.mit.edu/papers/LLjournal/Misra.html)
- Moellering, H., and R. Hogan, eds. (1997). *Spatial Database Transfer Standards 2: Characteristics for Assessing Standards and Full Descriptions of the National and International Standards in the World*. Amsterdam: International Cartographic Association, Pergamon, Elsevier Science.
- Monmonier, M. (1993). *Mapping it Out. Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press.
- _____. (1996). *How to Lie with Maps*, 2nd edition. Chicago: University of Chicago Press.
- Montgomery, G. E., and H. C. Schuch (1994). *GIS Data Conversion Handbook*. Fort Collins, Colorado: GIS World.
- Moxey, A., and P. Allanson (1994). Areal interpolation of spatially extensive variables — A comparison of alternative techniques. *International Journal of Geographic Information Systems*, vol. 8, no. 5, pp. 479–487.
- Murray, J. D., and W. van Ryper (1994). *Encyclopedia of Graphics File Formats*. Sebastopol, California: O'Reilly & Associates, Inc.
- National Research Council (1997). *The Future of Spatial Data and Society: Summary of a Workshop*. Washington, D.C.: National Academy Press. (www.nap.edu/readingroom/books/spa)

- NCGIA (1998). *GIS Core Curriculum*. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis. (www.ncgia.ucsb.edu/giscc)
- NCHS (1997). *Atlas of United States Mortality*. Washington, D.C.: National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention.
- NIDI (1996). *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-scale Demographic Surveys*, 22–26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.nidi.nl/innotec/index.html)
- Nordisk Kvantif (1987). *Digital Map Data Bases. Economics and User Experiences in North America*. Arendal, Norway: Joint Nordic Project — Community Benefit of Digital Spatial Information, VIAK A/S.
- _____. (1990). *Economics of Geographic Information*. Helsinki: National Board of Survey.
- Ohtomo, A. (1991). Small area statistical databases. Second Interregional Workshop on Population Databases and Related Topics. Jakarta, 14–19 January. New York: United Nations Department of Technical Cooperation for Development and the Statistical Office.
- Onsrud, H. J. (1992a). In support of open access for publicly held geographic information. *GIS Law*, 1992, vol. 1, no. 1, pp. 3–6. (www.spatial.maine.edu/onsrud.html)
- _____. (1992b). In support of cost recovery for publicly held geographic information. *GIS Law*, 1992, vol. 1, no. 2, pp. 1–7. (www.spatial.maine.edu/onsrud.html)
- _____. and X. Lopez (1997). Intellectual property rights in disseminating digital geographic data, products, and services: conflicts and commonalities among European Union and United States approaches. In *Geographic Information: The European Dimension I*. Masser, and F. Salge, eds., London: Taylor and Francis.
- Ooishi, T., and others (1998). Automated census system for densely inhabited districts. *Proceedings of the Eighteenth Annual ESRI Users Conference*. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute.
- Open GIS Consortium (1996). *The OpenGIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing*. Wayland, Massachusetts: Open GIS Consortium, Inc. (www.opengis.org)
- Openshaw, S., ed. (1995). *Census Users Handbook*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.
- Ordnance Survey (1993). *Address-Point User Guide*. Southampton, United Kingdom: Ordnance Survey.
- Padmanabhan, G., J. Yoon and M. Leipnik (1992). *A Glossary of GIS Terminology*. Technical Report 92-13. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis.
- Paulsen, B. (1992). *Urban Applications of Satellite Remote Sensing and GIS Analysis*, Urban Management Programme Discussion Paper No. 9. Washington, D.C.: World Bank.
- Pazner, M., N. Thies and R. Chavez (1994). *Simple Computer Imaging and Mapping*. London, Ontario: Think Space, Inc.
- Plane, D. A., and P. A. Rogerson (1994). *The geographical analysis of population*. New York: John Wiley and Sons.
- Plewe, B. (1997). *GIS Online: Information Retrieval, Mapping and the Internet*. Santa Fe, New Mexico: OnWord Press.
- Population Census Office (1987). *The Population Atlas of China*. Hong Kong: Population Census Office and Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Oxford University Press.
- Prévost, Y., and P. Gilruth (1997). *Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa*. Building Blocks for Africa 2025, Paper No. 12. Washington, D.C.: World Bank and New York: United Nations Development Programmes and United Nations Statistical Office.
- Rajani, P. (1996). Simple models reflect GIS market segmentation, *GIS World*, vol. 9, no. 12, p. 130.
- Rhind, D. (1991). Counting the people: the role of GIS. In *Geographical information systems — principles and applications*, D. J. Maguire, M. F. Goodchild and D. W. Rhind, eds., vol. 1, pp. 127–137. London: Longman.
- _____. (1992). Data access, charging and copyright and their implications for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 6, no. 1, pp. 13–30.
- _____, ed. (1997). *Framework for the World*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.
- Ritter, N. (1996). The GeoTIFF Web Page. (<http://home.earthlink.net/~ritter/geotiff/geotiff.html>)
- Robinson, A. H., and others (1995). *Elements of Cartography*, 6th edition. New York: John Wiley and Sons.
- Romano, F. J. (1996). *Pocket Guide to Digital Prepress*. Albany, New York: Delmar Publishers.
- Satellitbild (1994). Reference project: national population census in Nigeria. Kiruna, Sweden: Swedish Space Corporation. (www.ssc.se/sb/ssc_sb.html)

- Schmidt, J. J. (1996). Evaluation of hand-held GPS for registration of cadastral maps. *CIS/LIS Proceedings*. Denver, Colorado, 19–21 November.
- Snyder, J. P. (1982). *Map Projections Used by the U.S. Geological Survey*. Washington, D. C. Government Printing Office.
- _____ (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. Chicago: University of Chicago Press.
- Statistics Sweden (1993). *National Atlas of Sweden*. Stockholm: SNA Publishing.
- Steffey, D. L., and N. M. Bradburn, eds. (1994). *Counting People in the Information Age*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Suharto, S., and D. M. Vu (1996). Computerized cartographic work for censuses and surveys. *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-scale Demographic Surveys*, 22–26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/papers/sv01.htm)
- Thygesen, L. (1996). GIS and official statistics — Synergy or clash? *Proceedings of the Fifth Independent Conference of the International Association for Official Statistics*. Reykjavik, 1–5 July.
- Tobler, W. R. (1979). Smooth pycnophylactic interpolation of geographical regions. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 74, no. 367, pp. 519–530.
- Tripathi, R. R. (1995). Updating and improvement of census base maps using global positioning systems. Presented at the TSS/CST Workshop on Data Collection, Processing, Dissemination and Utilization, New York, 15–19 May.
- Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.
- _____ (1990). *Envisioning Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.
- Tveite, H., and S. Langaas (1995). Accuracy assessments of geographical line data sets: The case of the Digital Chart of the World, *Proceedings from the Fifth Scandinavian Research Conference on Geographical Information Systems*. Trondheim, Norway, 12–14 June. (see, also, <http://ilm425.nlh.no/gis/dcw/dcw.html>)
- United Nations (1988). *The Geography of Fertility in the ESCAP Region*. Asian Population Studies Series, No. 62-K. Bangkok: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.
- _____ (1993). *World Urbanization Prospects*. Sales No. 93.XIII.II.
- _____ (1997a). *Geographical Information Systems for Population Statistics*. Studies in Methods, No. 68. Sales No. E.97.XVII.30. (www.un.org/Depts/unsd/demotss/intro2.htm)
- _____ (1997b). *PopMap — Users' Guide and Reference Manual*. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm)
- _____ (1997c). *MapScan Manual*. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm)
- _____ (1998). *Принципы и рекомендации в отношении переписей населения и жилого фонда, первое пересмотренное издание*. Статистические документы, № 67/Rev.1. Издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.98.XVII.8.
- United Nations Environment Programme (1997). *A Survey of Geographic Information Systems and Image Processing Software*. Sioux Falls, South Dakota: Environmental Assessment Program. (<http://grid2.cr.usgs.gov/survey>)
- Vu, D. M. (1996). PopMap: geographical census software for developing countries. *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-scale Demographic Surveys*. 22–26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/papers/vdm961.htm)
- _____, P. Gerland and D. Castillo (1994). PopMap — a step toward better utilization and dissemination of population data — case study of a national census atlas. Working Paper No.37. Work Session on Geographical Information Systems, 27–30 September. Voorburg, Netherlands: Statistical Commission of the Economic Commission for Europe, Conference of European Statisticians.
- Waldorf, S. P. (1995). Commercial cartography: custom design and production. *Cartography and Geographic Information Systems*, vol. 22, no. 2.
- Waters, H. (1995). Feasibility studies for mapping projects in developing countries. *The Cartographic Journal*, no. 32, (December), pp. 143–147.
- Wood, C. H., and C. P. Keller, eds. (1996). *Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*. New York: John Wiley and Sons.
- Worrall, L. (1994). Justifying investment in GIS: a local government perspective. *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 8, no. 6, pp. 545–565.
- Wurman, R. S. (1997). *Information Architects*. New York: Graphics Inc.

Приложение I. Географические информационные системы

А. ОБЗОР ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Географическая информационная система (ГИС) — это компьютерная технология для ввода, хранения, обработки, поиска, обновления, анализа и выдачи информации. Информация, хранящаяся в ГИС, представляет собой характеристики объектов на географической карте. Другими словами, ГИС позволяет ответить на вопрос, *где* находится данный объект или *что* находится в данном месте.

В разных контекстах термин «ГИС» может иметь разные значения. Он может относиться к системе, которая состоит из оборудования и программного обеспечения, и использоваться для работы с пространственной информацией. Он может означать конкретный пакет программ, предназначенный для обработки информации о географических характеристиках. Он может относиться к конкретному приложению, например к комплексной географической базе данных о стране или регионе. Наконец, иногда этим термином обозначают область исследований, связанных с методами, алгоритмами и процедурами для работы с географичес-

кими данными. В настоящее время в нескольких университетах ведется обучение по специальности ГИС с возможностью получения соответствующей степени; термин «наука геоинформация» приобретает все большую популярность в академических исследованиях географических компьютерных программ и процедур.

В основании ГИС лежат знания и задачи многих областей, показанных на рисунке А.1.1. Традиции геодезии и картографии отражены в правилах и методах измерений и отображения свойств реального мира. Компьютерные науки дали основу для хранения и обработки географической информации и вместе с математикой предоставили инструменты для работы с геометрическими объектами, отражающими географические характеристики объектов реального мира. ГИС, содержащие данные социально-экономических, экологических и топографических исследований, позволяют решать задачи в различных предметных областях. В их число входят как преимущественно академические науки, такие, как археология и океанология, так и решение чисто прикладных коммерческих задач, таких, как проблемы сбыта и недвижимости.

Рисунок А.1.1. Основания ГИС (Jones, 1997)



Приложения, относящиеся к ведению списков и реестров, типичны для сектора услуг, в котором, например, телефонные компании осуществляют управление и поддержку своей инфраструктуры с использованием базы данных ГИС. Системы регистрации собственности на землю, существующие в местных и региональных органах власти, также могут служить примером использования ГИС. В некоторых областях деятельности ГИС используются для обеспечения сбора данных. В рамках данного *Руководства* использование цифровых карт при проведении переписи и распространении ее результатов является, безусловно, наиболее подходящим примером. Приложения более аналитического характера известны в академическом секторе, а также во многих прикладных областях, таких, как управление природными ресурсами и торговля. В частности, компании, работающие в области лесного хозяйства, используют ГИС для оптимизации воспроизводимого использования лесных ресурсов, а компании, занимающиеся оптовой и розничной торговлей, применяют более точный пространственный анализ для выявления клиентов и размещения филиалов.

1. *Оборудование, программное обеспечение и данные*

Вопросы, связанные с оборудованием и программным обеспечением, рассмотрены в главе II в контексте картирования результатов переписи. В целом необходимое оборудование не отличается от используемого в других графических приложениях, связанных с обработкой больших объемов данных: высокопроизводительный PC-совместимый компьютер или рабочая станция, монитор с большим экраном и высоким разрешением и стандартные устройства ввода — клавиатура и мышь. Планшетные дигитайзеры большого формата и сканеры используются для перевода информации с бумажных карт в цифровые базы данных. Такие же инструменты используют архитекторы и художники-оформители. Графопостроители большого формата и настольные принтеры позволяют выдавать результаты в виде карт для демонстрации и визуального анализа.

Быстрое развитие программного обеспечения ГИС в последние годы позволило перейти от систем, управляемых через командную строку, работа с которыми требовала длительного обучения, к пакетам, управляемым через меню, которые просты в работе и после минимальной подготовки доступны для любого пользователя. ГИС-аналитики, создающие новые базы данных и выполняющие сложный пространственный анализ, используют мощные программные пакеты. На среднем уровне существует несколько картографических пакетов, ориентированных на настольные компьютеры и

сочетающих стандартный Windows-интерфейс с широким кругом возможностей по вводу, обработке, анализу и выводу данных. Наконец, на нижнем уровне существуют браузеры географических данных. Эти пакеты не дают возможности изменять данные, но предоставляют много демонстрационных функций. Такие пакеты часто распространяются бесплатно и служат прекрасным средством распространения информации.

Среди новых разработок отметим комплексы связанных с ГИС процедур или «объектов», распространяемых некоторыми поставщиками ГИС. Эти процедуры позволяют пользователю создавать собственные нестандартные картографические приложения в стандартных средах объектно-ориентированного программирования. Разрабатываемые системы могут быть автономными либо интегрированными в другие программные пакеты. Некоторые из них позволяют создавать картографические приложения, основанные на возможностях Интернета.

В разработке современных программных средств для ГИС можно отметить два основных направления: картирование в Интернет и модульный подход, дающий возможность интегрировать ГИС-функции в любые приложения. В скором времени пользователи будут иметь возможность получать ответы на запросы и анализировать данные, хранящиеся в удаленных геопространственных базах данных, с использованием своих web-браузеров и программного обеспечения, загружаемого по запросу. Для приложений высокого уровня возможно дальнейшее сближение ГИС и систем управления реляционными базами данных. С одной стороны, ГИС-пакеты используют системы управления реляционными базами данных для хранения и обработки данных о характеристиках, а с другой — некоторые системы управления базами данных уже содержат функции для хранения и обработки географических объектов. Таким образом, различия между ГИС и другими информационными системами могут постепенно исчезнуть.

Данные служат «топливом» ГИС-приложений (см. рис. А.1.2). Большинство из наиболее распространенных наборов ГИС-данных являются цифровыми эквивалентами бумажных карт, таких, как топографические карты, отображающие дороги, реки, изолинии высотных отметок и населенные пункты. Тематическая информация включает социально-экономические признаки, связанные с административными единицами, интерпретированные карты, демонстрирующие типы растительного покрова, и производные признаки, такие, как границы водосборных бассейнов. Любой географический объект, показанный на цифровой карте, может быть описан с необходимой детальностью в таблице данных, связанной с пространственной цифровой базой данных. Иногда для описания объекта достаточно не-

большого числа характеристик. В других случаях, например в базе данных переписи населения, множество признаков, хранящихся в системе, может быть весьма большим.

Рисунок А.1.2. Типы информации, хранящейся в ГИС

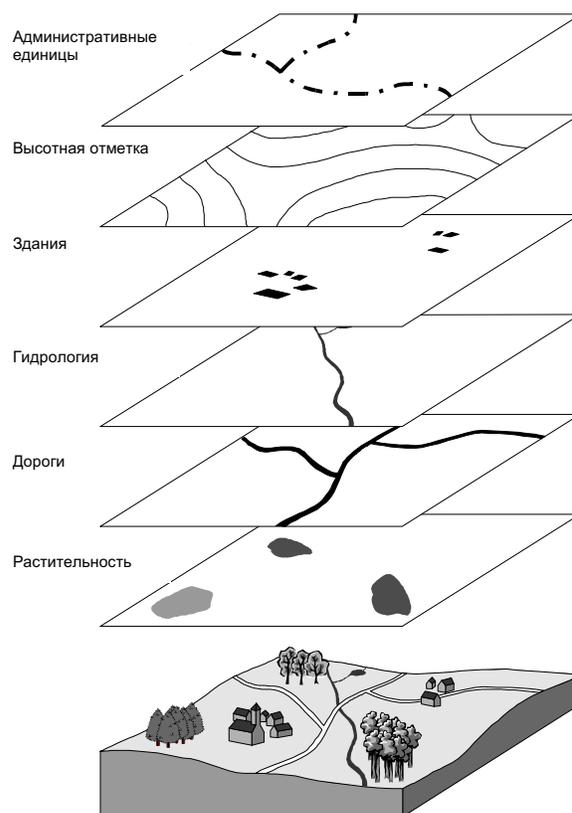


Другим источником географической информации служит дистанционное зондирование. Фотоснимки или изображения, полученные с низколетящих самолетов или со спутников, можно объединить с другой пространственно-упорядоченной информацией. Иногда эти изображения служат всего лишь фоном для информации, представленной на тематических или топографических картах. Однако чаще информация, содержащаяся в изображении, интерпретируется и извлекается, а затем хранится в виде цифровой карты. Наконец, мультимедийную информацию, представленную в виде фотографий, видео, текста и даже звука, можно интегрировать в ГИС. Часто интегрирование осуществляется с использованием «горячих ссылок». Пользователь может в интерактивном режиме щелчком мыши на характеристике вызвать для просмотра фотографии или видеозаписи, связанные с географическим объектом.

2. Слои географической информации

База данных ГИС — это компьютерное представление реального мира. Программное обеспечение ГИС предоставляет средства для организации данных, относящихся к объектам, имеющим пространственную привязку. Базовый принцип организации данных в ГИС служит для использования слоев данных. Вместо совместного хранения всех пространственных характеристик, как это делается на топографических картах, группы родственных признаков могут объединяться в один или несколько слоев данных (см. рис. А.1.3).

Рисунок А.1.3. Слои данных — использование пространства в качестве системы индексирования



Достаточно представительная база данных ГИС обычно содержит слои физических объектов (дороги, реки, здания и др.) и слои заданных объектов (административные границы, почтовые участки), которые не видны на местности. Кроме того, программные средства ГИС позволяют пользователю создавать новые слои данных на основе информации, хранящейся в существующих слоях. Например, на новый слой данных можно вынести водоразделы, рассчитав их по цифровым данным о высотных отметках, или границы районов, удаленных от больницы не более чем на заданное расстояние.

Данные для построения ГИС, содержащей несколько слоев, могут быть извлечены из различных топографических и тематических источников. При этом картографические данные могут быть скомбинированы с результатами измерений на местах и дистанционного зондирования со спутников или аэрофотоснимков. ГИС предоставляет средства, позволяющие интегрировать всю эту разнородную информацию в единую систему отсчета, определяемую системой географических координат. Это позволяет пользователю комбинировать данные различных типов, создавать новую информацию и реализовывать комплексные запросы, относящиеся к

нескольким слоям данных (см. раздел С). Возможность интегрирования данных из разнородных источников с использованием их географической привязки иногда называется *использованием пространства в качестве системы индексирования*. Эта возможность входит в число наиболее важных достоинств географических информационных систем.

В. МОДЕЛИ ДАННЫХ ГИС

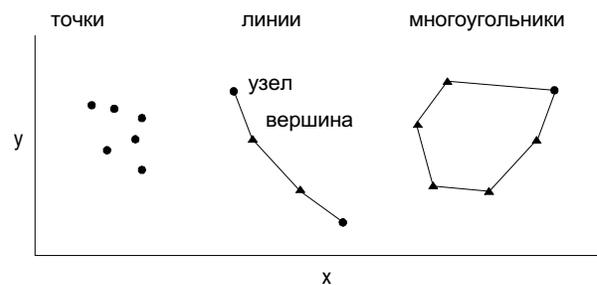
Несмотря на то что ГИС позволяет хранить разнородную информацию, существует весьма небольшое число общих методов представления пространственной информации в базе данных ГИС. При разработке ГИС-приложения свойства реального мира необходимо преобразовать в упрощенную форму, в которой они могут храниться и обрабатываться в компьютере. В настоящее время в коммерческих программных пакетах ГИС преобладают две основные модели данных (то есть два вида внутреннего цифрового представления информации): *векторная* модель данных, применяемая для отображения дискретных объектов (домов, дорог, районов и т. д.), и *растровая* модель, применяемая главным образом для отображения непрерывно изменяющихся явлений, таких, как высотная отметка или климат. Последняя модель используется также для хранения изображений, в том числе получаемых со спутников или самолетов. Для приложений, связанных с переписью, обычно более полезна векторная модель, хотя некоторые вспомогательные наборы данных удобнее хранить в растровом формате.

1. Векторное представление

Векторные ГИС используют для представления реальных объектов базовые геометрические элементы: точки, линии и многоугольники (см. рис. А.1.4). В компьютерных базах данных точка представляется парой координат x , y , а линия — последовательностью пар координат x , y , при этом концевые точки линии называются узлами, а промежуточные — вершинами. Мно-

гоугольники или площади представляются замкнутой последовательностью линий, при этом замкнутость означает, что последняя точка полученной ломаной совпадает с ее начальной точкой. Точки могут использоваться для представления зданий, колодцев или пунктов геодезической сети; линии описывают такие объекты, как дороги и реки; участки переписи или районы представляются многоугольниками.

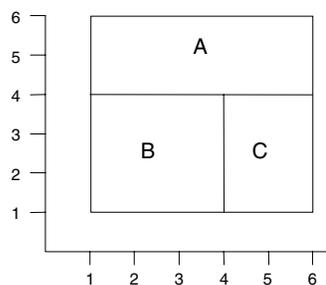
Рисунок А.1.4. Точки, линии и многоугольники



В простейших векторных моделях данных информация хранится без учета связей между географическими объектами (см. рис. А.1.5). Иногда такой подход называется *моделью «спагетти»* (например, Aronoff, 1991), поскольку линии в базе данных, подобно спагетти на тарелке, перекрываются, но не пересекаются. Более сложные *топологические модели данных* сохраняют в базе данных связи между различными объектами. Например, пересекающиеся линии будут разбиты на части с введением дополнительных узлов в точках пересечения. Вместо того чтобы дважды сохранять каждый отрезок границы между соседними многоугольниками (по одному разу для каждого из многоугольников), любая линия сохраняется только один раз вместе с информацией о том, какие многоугольники расположены справа и слева от нее. Информация о связях между узлами, линиями и многоугольниками сохраняется в таблице атрибутов.

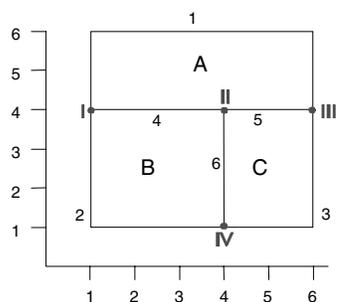
Рисунок А.1.5. Векторные модели данных: модель «спагетти» и топологическая модель

Структура модели «спагетти»



Многоугольник	Координаты
A	(1,4), (1,6), (6,6), (6,4), (4,4), (1,4)
B	(1,4), (4,4), (4,1), (1,1), (1,4)
C	(4,4), (6,4), (6,1), (4,1), (4,4)

Структура топологической модели



O = вне многоугольников

Узел	X	Y	Линии
I	1	4	1,2,4
II	4	4	4,5,6
III	6	4	1,3,5
IV	4	1	2,3,6

Многоугольник	Линии
A	1,4,5
B	2,4,6
C	3,5,6

Линия	Начальный узел	Конечный узел	Левый многоугольник	Правый многоугольник
1	I	III	O	A
2	I	IV	B	O
3	III	IV	O	C
4	I	II	A	B
5	II	III	A	C
6	II	IV	C	B

Преимущества топологической модели становятся очевидными, если вспомнить о том, какие запросы могут быть адресованы пространственной базе данных. Топологически структурированная пространственная база данных позволяет быстро реализовывать запросы, относящиеся к индивидуальным объектам данных и к их связям с другими объектами данных. Например, для быстрого выявления всех счетных участков, граничащих с данным участком, система должна будет просто просмотреть список линий, ограничивающих этот участок, и найти все другие участки, для которых эти линии также являются границами.

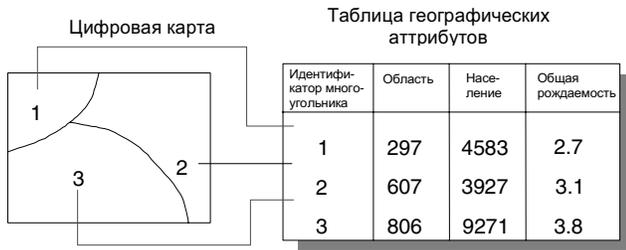
Мощные профессиональные пакеты ГИС используют все топологические свойства данных, что позволяет этим пакетам выполнять такие сложные операции, как наложение многоугольников. При таких операциях комбинируются два набора векторных данных, например административные районы и границы водосборов. Новые многоугольники меньшего размера получаются пересечением многоугольников, входящих в оба входных набора данных. Большинство картографических

систем, рассчитанных на настольные компьютеры, используют более простые структуры данных. В таких системах все многоугольники определяются как замкнутые ломаные, при этом линии, задающие границу между двумя областями, сохраняются в базе данных дважды.

Каждый объект базы данных снабжен уникальным внутренним идентификатором, который позволяет связать геометрический объект с соответствующей группой данных или строкой таблицы атрибутов (см. рис. А.1.6). Пользователь может внести дополнительную информацию о каждом объекте в соответствующую запись базы данных. Для точек, отображающих дома, пользователь может указать почтовые адреса, типы зданий и наличие в них электричества, водопровода и канализации. В базу данных счетных участков пользователь может дополнительно внести официальный административный код, количество жилых единиц, а также любую информацию, собранную для данного счетного участка. В практических приложениях большинство ГИС используют реляционные базы данных для раз-

дельного хранения атрибутов и непространственной информации (эти вопросы подробно рассмотрены в главе II). Файлы атрибутов, тесно связанные с цифровыми географическими данными, разрешают доступ как через ГИС, так и через систему управления реляционной базой данных.

Рисунок А.1.6. Пространственные и непространственные данные, хранящиеся в векторной ГИС



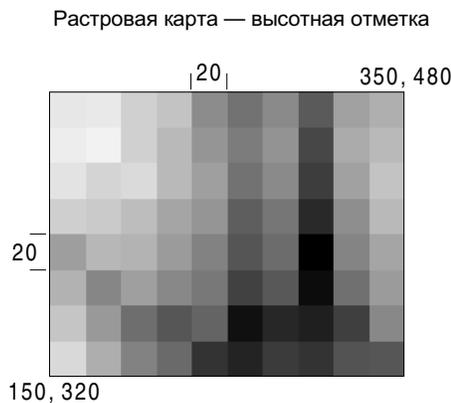
Компромиссом между этими двумя крайностями — простой моделью «спагетти» и сложной, полностью топологической моделью — являются картографические пакеты, ориентированные на настольные компьютеры. Будучи не полностью топологическими, эти системы обеспечивают быстрое извлечение информации о соседях и связности. Такие системы сочетают простоту редактирования данных в простой модели с элементами

мощных аналитических инструментов топологической модели данных векторной ГИС.

2. Растровое представление

Растровые пакеты ГИС представляют область пространства в виде регулярного массива, состоящего из строк и столбцов. Ячейка такого массива, или сетки, иногда называется пикселом (название происходит от picture element, откуда видно, что эта модель данных состоит из дистанционного зондирования и обработки изображений). В большинстве растровых систем значение признака для данной точки, например высотная отметка, хранится в соответствующей ячейке раstra. Таким образом, растровая база данных, содержащая высотную отметку, представляет собой длинную строку значений высоты. Единственная необходимая системе дополнительная информация — это количество строк и столбцов в растровом изображении, размер ячейки раstra (как правило, квадратной) в единицах на местности (например, метры или футы) и координаты одного из углов всей области раstra (см. рис. А.1.7). Обычно эта информация хранится в заголовке или в небольшом отдельном файле. Эти данные позволяют системе рассчитывать размеры сетки. Так, координата x правого верхнего угла равна $150 + 10 \times 20 = 350$. Система использует эти данные для совмещения сетки раstra с другими слоями географических данных, например для наложения векторных характеристик на сетку.

Рисунок А.1.7. Пример растрового файла данных



Растровый ASCII файл

Количество столбцов	10								
Количество строк	8								
Координата x левого нижнего угла	150								
Координата y левого нижнего угла	320								
Размер ячейки (квадратная ячейка)	20								
219	313	407	462	681	783	689	877	595	540
297	274	407	501	642	744	650	955	556	501
336	391	368	501	603	783	689	994	595	462
414	430	485	579	642	861	767	1072	673	501
609	508	524	618	720	900	806	1267	712	579
531	703	602	696	759	978	884	1189	790	618
453	625	797	891	837	1173	1079	1111	985	696
375	547	719	813	1032	1095	1001	1033	907	891

Такой способ хранения данных неэффективен при наличии в растре большого числа ячеек с одним и тем же значением. Эта ситуация возникает, например, при хранении в растровом формате дискретных объектов. На карте районов в растровом формате пришлось бы в

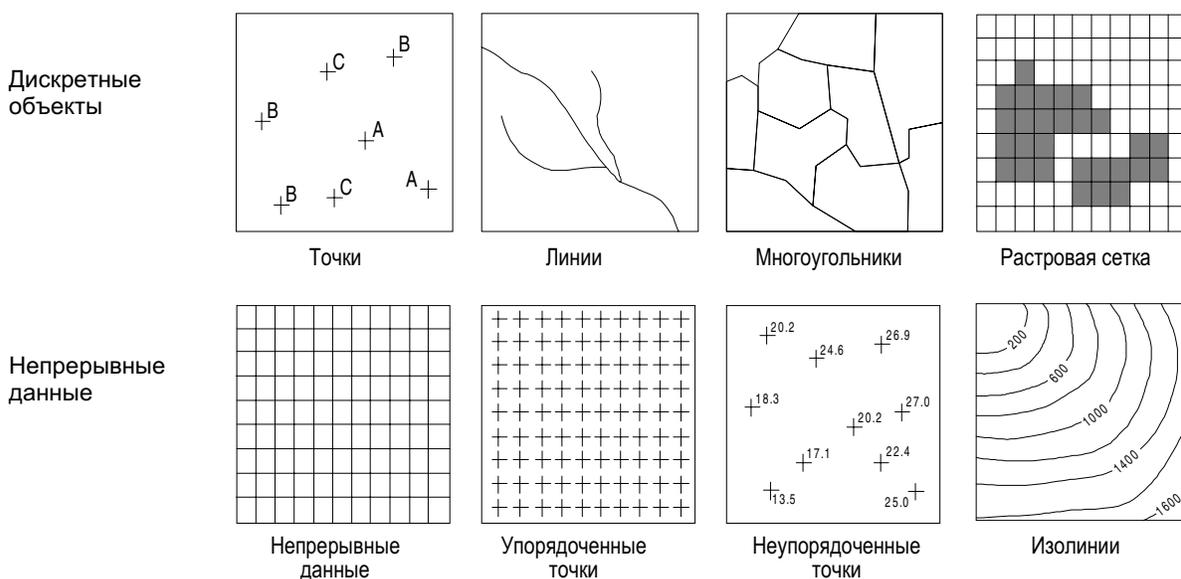
каждой точке помещать идентификатор или численность населения района, в который попадает данная точка. Очевидно, при этом появится большое число смежных точек с одинаковым значением. Для таких случаев в большинстве растровых ГИС предусмотрен

какой-либо способ сжатия данных. Простейший из них — кодирование длинами отрезков, при котором система хранит пары чисел: значение характеристики и количество повторений этого значения. Уменьшение размера файла при этом может быть довольно значительным.

В большинстве случаев растровый формат используется для хранения непрерывно меняющихся данных

или изображений, которые содержат много оттенков серого. Так же как дискретные объекты можно представить в растровом формате, непрерывные данные можно представить с использованием векторных структур данных. Лучший пример — изолинии, отражающие высотную отметку на топографических картах. Другие примеры показаны на рисунке А.1.8.

Рисунок А.1.8. Векторный и растровый форматы можно использовать для представления как дискретных, так и непрерывных данных



3. *Достоинства и недостатки векторных и растровых моделей данных*

Сила растровой модели данных — в ее простоте. В растровых ГИС многие операции с географическими данными проще реализуются и быстрее выполняются. Моделирование непрерывных данных, таких, как высотная отметка или гидрология, обычно выполняется в растровых ГИС. Недостатком этой системы является необходимость компромисса между размером результирующих растровых наборов данных и точностью представления пространственных объектов. Используя очень мелкую растровую сеть, можно достичь высокой точности при отображении, например граничных кривых, однако это потребует значительного объема памяти на диске.

Большинство ГИС-операций можно выполнить в обеих моделях данных. Выбор подходящей модели зависит от приложения. Для приложений, связанных с переписью населения, и других социально-экономических приложений более удобна векторная модель. Век-

торные структуры данных обеспечивают более компактное представление точек и многоугольников, изображающих социально-экономические объекты. Тесная связь с системами управления базами данных упрощает поддержку социально-экономических приложений, для которых характерно наличие больших объемов данных об атрибутах (например, сотни показателей переписи или обследования), связанных с фиксированным числом пространственных объектов, таких, как счетные участки, деревни или группы. Наконец, в отпечатанном виде результаты работы с использованием баз данных векторных ГИС обычно больше похожи на карты, выполненные с использованием традиционных картографических методов.

Однако даже в такой ситуации возможность обрабатывать растровые данные приобретает все большее значение в приложениях, связанных с обследованием населения. Некоторые входные данные, используемые для разбивки территории на счетные участки, исходно существуют в растровом формате. В главе II рассматривается использование изображений, полученных дис-

танционным зондированием, для создания или обновления картографических материалов переписи. Но выбор между моделями данных обычно не сводится к ситуации «либо–либо». Многие современные пакеты ГИС поддерживают оба типа пространственных данных. Это, в частности, позволяет использовать растровые данные в качестве фона, на который выносятся линейные и полигональные объекты. Так, при определении границ счетных участков может оказаться полезным вместе с другой необходимой информацией вывести на экран монитора изображения, полученные дистанционным зондированием, или поверхности высотных отметок.

4. Точность и прецизионность

Термины «точность» и «прецизионность» измерений часто используются в одинаковом значении несмотря на то, что в действительности их значения различны. Точность означает отсутствие ошибок. Например, в задачах, связанных с представлением пространственных объектов, точность координат точки означает, что ее положение отражено в базе данных ГИС в точном соответствии с истинным положением на земной поверхности. С другой стороны, прецизионность характеризует возможность различать малые количества или расстояния при измерениях. Например, если наши приборы измеряют координаты только в метрах, положение точки в нашей ГИС будет определено с точностью до метра. При наличии более прецизионного измери-

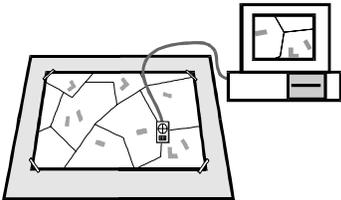
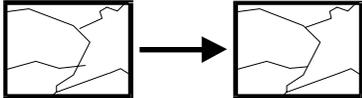
тельного инструмента мы можем получить координаты точки с точностью до сантиметра или миллиметра.

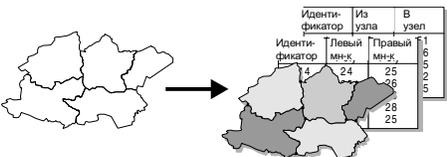
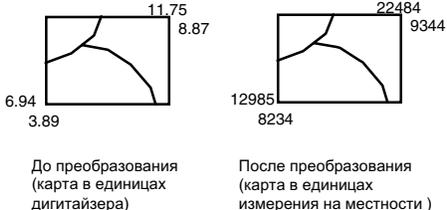
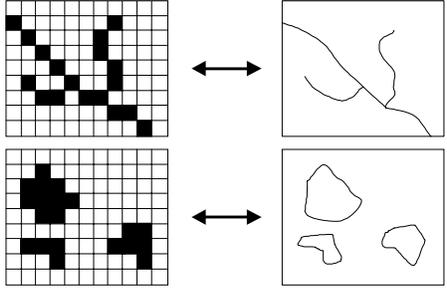
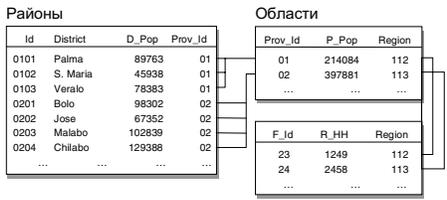
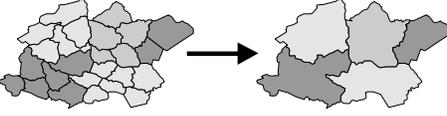
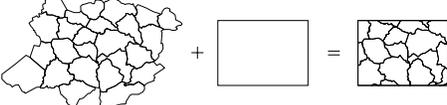
Прецизионность, с которой координаты могут быть представлены в реальной векторной ГИС, практически неограниченна, поскольку при этом для географических координат используются переменные двойной точности (на хранение числа с плавающей точкой отводится 8 байт). Однако точность пространственных координат в значительной степени зависит от средств, использованных при сборе информации. Лучшие геодезические приборы, применяемые в инженерных приложениях или в исследованиях тектоники плит, обеспечивают точность меньше миллиметра. Большая часть данных, используемых в ГИС, получена из имеющих гораздо худшую точность источников, таких, как бумажные карты, ручные глобальные системы определения местоположения или даже черновики карт, выполненные в ходе работ на месте. Такие данные следует характеризовать скорее метрами, чем миллиметрами.

С. Возможности ГИС

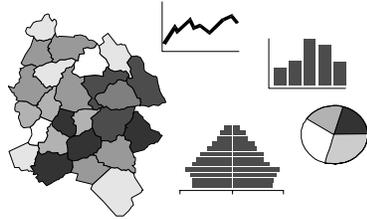
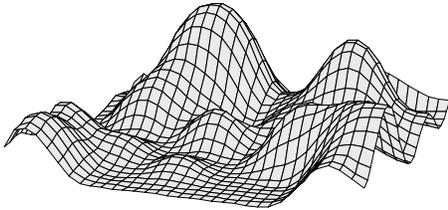
Приведенная ниже таблица содержит обзор возможностей ГИС. Список не претендует на абсолютную полноту, поскольку мощные пакеты ГИС и даже картографические пакеты, ориентированные на настольные компьютеры, поддерживают многочисленные специализированные функции для ввода, обработки, анализа и вывода данных.

Ввод и обработка данных

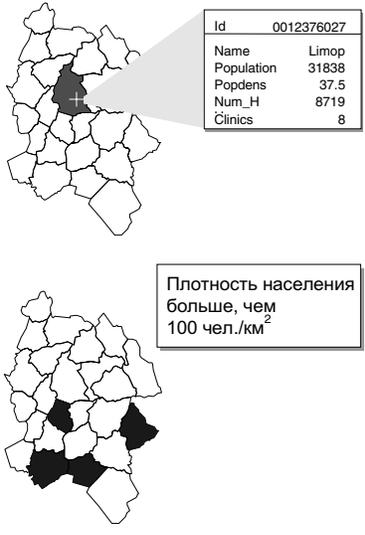
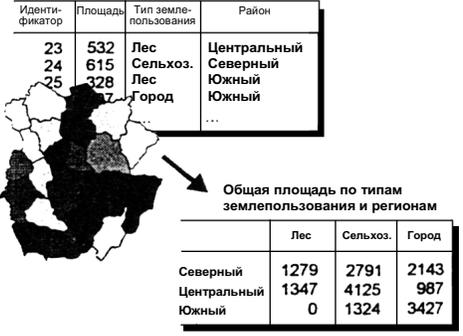
<p>Прослеживание линий, ввод координат</p>	<p>Наиболее распространенным методом ввода координат остается планшетный дигитайзер. При прослеживании линий на бумажной карте с помощью курсора координаты снимаются программами дигитайзера или ГИС. Другой вариант состоит в сканировании карты с созданием побитовой растровой карты, которая затем переводится в векторный формат.</p>	
<p>Редактирование</p>	<p>После ввода линий данные необходимо проверить на наличие ошибок. Возникающие проблемы, как правило, связаны с несоединенными линиями (недоведение или проскок), пропуском линий или двойной оцифровкой одной и той же линии. Для некоторых из этих операций в ГИС предусмотрена автоматизация.</p>	

<p>Введение топологии</p>	<p>Оцифрованные или векторизованные данные не имеют никакой связи друг с другом. Программные средства ГИС позволяют определить отношения соседства и связности между объектами в множестве данных.</p>	 <table border="1" data-bbox="1242 231 1429 367"> <thead> <tr> <th>Идентификатор</th> <th>Идентификатор</th> <th>Из узла</th> <th>В узел</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>59</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>63</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>66</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>68</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>71</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>72</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>76</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>82</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>83</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>86</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>87</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>89</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>94</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>96</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>97</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>98</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>99</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>	Идентификатор	Идентификатор	Из узла	В узел	1	24	25	26	2	24	25	26	3	24	25	26	4	24	25	26	5	24	25	26	6	24	25	26	7	24	25	26	8	24	25	26	9	24	25	26	10	24	25	26	11	24	25	26	12	24	25	26	13	24	25	26	14	24	25	26	15	24	25	26	16	24	25	26	17	24	25	26	18	24	25	26	19	24	25	26	20	24	25	26	21	24	25	26	22	24	25	26	23	24	25	26	24	24	25	26	25	24	25	26	26	24	25	26	27	24	25	26	28	24	25	26	29	24	25	26	30	24	25	26	31	24	25	26	32	24	25	26	33	24	25	26	34	24	25	26	35	24	25	26	36	24	25	26	37	24	25	26	38	24	25	26	39	24	25	26	40	24	25	26	41	24	25	26	42	24	25	26	43	24	25	26	44	24	25	26	45	24	25	26	46	24	25	26	47	24	25	26	48	24	25	26	49	24	25	26	50	24	25	26	51	24	25	26	52	24	25	26	53	24	25	26	54	24	25	26	55	24	25	26	56	24	25	26	57	24	25	26	58	24	25	26	59	24	25	26	60	24	25	26	61	24	25	26	62	24	25	26	63	24	25	26	64	24	25	26	65	24	25	26	66	24	25	26	67	24	25	26	68	24	25	26	69	24	25	26	70	24	25	26	71	24	25	26	72	24	25	26	73	24	25	26	74	24	25	26	75	24	25	26	76	24	25	26	77	24	25	26	78	24	25	26	79	24	25	26	80	24	25	26	81	24	25	26	82	24	25	26	83	24	25	26	84	24	25	26	85	24	25	26	86	24	25	26	87	24	25	26	88	24	25	26	89	24	25	26	90	24	25	26	91	24	25	26	92	24	25	26	93	24	25	26	94	24	25	26	95	24	25	26	96	24	25	26	97	24	25	26	98	24	25	26	99	24	25	26	100	24	25	26
Идентификатор	Идентификатор	Из узла	В узел																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
6	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
8	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
9	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
10	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
11	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
12	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
14	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
15	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
17	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
18	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
19	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
20	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
21	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
22	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
23	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
24	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
25	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
26	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
27	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
28	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
29	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
30	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
31	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
32	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
33	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
34	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
35	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
36	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
37	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
38	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
39	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
40	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
41	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
42	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
43	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
44	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
45	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
46	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
47	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
48	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
49	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
50	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
51	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
52	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
53	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
54	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
55	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
56	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
57	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
58	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
59	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
60	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
61	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
62	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
63	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
64	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
65	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
66	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
67	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
68	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
69	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
70	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
71	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
72	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
73	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
74	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
75	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
76	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
77	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
78	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
79	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
80	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
81	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
82	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
83	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
84	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
85	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
86	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
87	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
88	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
89	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
90	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
91	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
92	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
93	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
94	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
95	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
96	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
97	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
98	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
99	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
100	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<p>Выбор системы отсчета и проекции</p>	<p>Оцифрованные линии представлены в сантиметрах и дюймах. Их необходимо преобразовать в единицы, соответствующие исходной карте, например в метры или футы. При интегрировании данных может потребоваться изменение проекции цифровых карт.</p>	 <p>До преобразования (карта в единицах дигитайзера)</p> <p>После преобразования (карта в единицах измерения на местности)</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>Преобразование «растр–вектор»</p>	<p>Большинство современных коммерческих пакетов ГИС в той или иной форме поддерживают растровые изображения. Поскольку для разных задач удобны разные форматы, возникает необходимость преобразовывать данные из одного формата в другой. Преобразование из растрового в векторный формат используется также для автоматического преобразования сканированных карт. Обратная операция — преобразование «вектор–растр» — необходима при анализе и моделировании в растровой ГИС.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<p>Управление атрибутивными данными</p>	<p>Каждый объект в базе данных снабжен уникальным идентификатором. С помощью этого идентификатора устанавливается связь с внешней информацией о географическом объекте. Для обработки и анализа таблиц атрибутов ГИС обычно интегрируются с системой управления реляционными базами данных.</p>	 <table border="1" data-bbox="982 1249 1209 1428"> <caption>Районы</caption> <thead> <tr> <th>Id</th> <th>District</th> <th>D_Pop</th> <th>Prov_Id</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0101</td><td>Palma</td><td>89763</td><td>01</td></tr> <tr><td>0102</td><td>S. Maria</td><td>45938</td><td>01</td></tr> <tr><td>0103</td><td>Veralo</td><td>76363</td><td>01</td></tr> <tr><td>0201</td><td>Beto</td><td>98302</td><td>02</td></tr> <tr><td>0202</td><td>Jose</td><td>67352</td><td>02</td></tr> <tr><td>0203</td><td>Malabo</td><td>102839</td><td>02</td></tr> <tr><td>0204</td><td>Chilabo</td><td>129388</td><td>02</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1226 1270 1429 1449"> <caption>Области</caption> <thead> <tr> <th>Prov. Id</th> <th>P_Pop</th> <th>Region</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>214084</td><td>112</td></tr> <tr><td>02</td><td>397881</td><td>113</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1226 1375 1429 1449"> <thead> <tr> <th>F_Id</th> <th>R_HH</th> <th>Region</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>23</td><td>1249</td><td>112</td></tr> <tr><td>24</td><td>2458</td><td>113</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> </tbody> </table>	Id	District	D_Pop	Prov_Id	0101	Palma	89763	01	0102	S. Maria	45938	01	0103	Veralo	76363	01	0201	Beto	98302	02	0202	Jose	67352	02	0203	Malabo	102839	02	0204	Chilabo	129388	02	Prov. Id	P_Pop	Region	01	214084	112	02	397881	113	F_Id	R_HH	Region	23	1249	112	24	2458	113																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Id	District	D_Pop	Prov_Id																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0101	Palma	89763	01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0102	S. Maria	45938	01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0103	Veralo	76363	01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0201	Beto	98302	02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0202	Jose	67352	02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0203	Malabo	102839	02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0204	Chilabo	129388	02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
...																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Prov. Id	P_Pop	Region																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
01	214084	112																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
02	397881	113																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
...																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
F_Id	R_HH	Region																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23	1249	112																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
24	2458	113																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
...																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>Реклассификация, агрегирование</p>	<p>ГИС позволяет агрегировать объекты, имеющие общий идентификатор. Например, счетные участки можно сгруппировать в зоны для обработки результатов переписи, содержащие приблизительно одинаковое количество жителей.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<p>Формирование подмножеств, нарезание</p>	<p>В дополнение к формированию подмножеств по запросу ГИС позволяет пользователю создавать подмножества по своему усмотрению с использованием так называемых операций нарезания.</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Отображение

	Создание демонстрационных карт — это одно из картографических приложений ГИС. Использование условных обозначений помогает различать объекты при экранном редактировании и анализе.	Картографические функции
Совмещение на экране изображений и векторных данных	Изображения или растровые данные могут иметь разные источники, поскольку сканированные карты, изображения, полученные дистанционным зондированием, и растровые данные ГИС хранятся в том или ином варианте сеточного формата. Одновременный вывод на экран векторных и растровых данных удобен для анализа и дает возможность избирательно извлекать объекты из растрового набора данных.	
Статистическая обработка с построением диаграмм	Управляемый данными анализ пространственной информации обычно сводится к комбинации картоирования с анализом атрибутивных данных. В таких случаях полезно построение статистических диаграмм, особенно наглядных при изображении непосредственно на карте.	
Трехмерное изображение поверхностей	Непрерывные данные, например высотная отметка или количество осадков, а в некоторой степени и плотность населения, могут изображаться в разных форматах: растровые сетки, изолинии или трехмерная визуализация с использованием «проволочного каркаса», на который можно вынести другие характеристики.	

Запросы

<p>Запрос к базе данных с пространственной привязкой</p>	<p><i>Что находится в...? и Где находится...?</i> — это наиболее фундаментальные географические вопросы, на которые может дать ответ ГИС. В режиме простого просмотра пользователь может выбирать объекты на цифровой карте и получать информацию о них. Пользователь может также выбрать объекты, удовлетворяющие некоторому набору критериев, и вывести их на экран. Геоинформационные системы обычно содержат программные средства управления базами данных, поэтому операции, связанные с обслуживанием запросов, основаны на концепции SQL. ГИС обслуживают также запросы, основанные на географических соотношениях, например связанные с расстояниями (<i>Что находится в радиусе x км от данного места?</i>), и запросы, связанные с двумя и более слоями данных ГИС. (<i>Какие здания находятся на данном счетном участке?</i>)</p>																																									
<p>Суммирование атрибутов</p>	<p>Операции с базой данных позволяют получать обобщенные статистические данные и проводить перекрестную обработку содержимого таблиц географических атрибутов в базе данных ГИС. Например, можно рассчитать минимальное, максимальное и среднее значения некоторого поля в таблице. Можно также проделать перекрестную обработку двух и более полей таблицы и рассчитать суммы значений некоторого третьего поля для всех полученных комбинаций атрибутов. Это позволяет, в частности, рассчитать общую площадь земель с данным типом землепользования в различных регионах страны. Перекрестный анализ часто проводится после комбинирования двух или более слоев данных ГИС с помощью операции наложения многоугольников (см. ниже).</p>	 <table border="1" data-bbox="982 1144 1291 1281"> <thead> <tr> <th>Идентификатор</th> <th>Площадь</th> <th>Тип землепользования</th> <th>Район</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23</td> <td>532</td> <td>Лес</td> <td>Центральный</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>615</td> <td>Сельхоз.</td> <td>Северный</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>328</td> <td>Лес</td> <td>Южный</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Город</td> <td>Южный</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1153 1365 1429 1480"> <caption>Общая площадь по типам землепользования и регионам</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>Лес</th> <th>Сельхоз.</th> <th>Город</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Северный</td> <td>1279</td> <td>2791</td> <td>2143</td> </tr> <tr> <td>Центральный</td> <td>1347</td> <td>4125</td> <td>987</td> </tr> <tr> <td>Южный</td> <td>0</td> <td>1324</td> <td>3427</td> </tr> </tbody> </table>	Идентификатор	Площадь	Тип землепользования	Район	23	532	Лес	Центральный	24	615	Сельхоз.	Северный	25	328	Лес	Южный			Город	Южный				...		Лес	Сельхоз.	Город	Северный	1279	2791	2143	Центральный	1347	4125	987	Южный	0	1324	3427
Идентификатор	Площадь	Тип землепользования	Район																																							
23	532	Лес	Центральный																																							
24	615	Сельхоз.	Северный																																							
25	328	Лес	Южный																																							
		Город	Южный																																							
			...																																							
	Лес	Сельхоз.	Город																																							
Северный	1279	2791	2143																																							
Центральный	1347	4125	987																																							
Южный	0	1324	3427																																							

Преобразования пространственных данных

<p>Интерполяция</p>	<p>Интерполяция, которая иногда называется <i>заменой базиса</i>, позволяет пересчитать данные с нерегулярно распределенных в пространстве данных опробования на сплошную регулярную сеть. Например, на основании набора данных о распределении количества осадков, известных для отдельных станций, можно построить растровую поверхность, показывающую количество осадков во всем регионе. Для социально-экономических приложений более важна так называемая площадная интерполяция. Например, зная распределение численности населения по районам, можно получить численность населения в районах проведения экологического мониторинга, границы которых не совпадают с границами районов.</p>	<table border="1" data-bbox="971 569 1073 632"> <thead> <tr> <th>Pop Id</th> <th>Pop</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>103</td> <td>2344</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>4312</td> </tr> <tr> <td>105</td> <td>2879</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>1047</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1101 569 1203 632"> <thead> <tr> <th>Reg Id</th> <th>Region</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2308</td> <td>North</td> </tr> <tr> <td>2309</td> <td>Central</td> </tr> <tr> <td>2310</td> <td>S-East</td> </tr> <tr> <td>2311</td> <td>South</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1263 569 1409 632"> <thead> <tr> <th>Reg Id</th> <th>Region</th> <th>Pop</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2308</td> <td>North</td> <td>57241</td> </tr> <tr> <td>2309</td> <td>Central</td> <td>29790</td> </tr> <tr> <td>2310</td> <td>S-East</td> <td>47108</td> </tr> <tr> <td>2311</td> <td>South</td> <td>71834</td> </tr> </tbody> </table>	Pop Id	Pop	103	2344	104	4312	105	2879	106	1047	Reg Id	Region	2308	North	2309	Central	2310	S-East	2311	South	Reg Id	Region	Pop	2308	North	57241	2309	Central	29790	2310	S-East	47108	2311	South	71834
Pop Id	Pop																																				
103	2344																																				
104	4312																																				
105	2879																																				
106	1047																																				
Reg Id	Region																																				
2308	North																																				
2309	Central																																				
2310	S-East																																				
2311	South																																				
Reg Id	Region	Pop																																			
2308	North	57241																																			
2309	Central	29790																																			
2310	S-East	47108																																			
2311	South	71834																																			

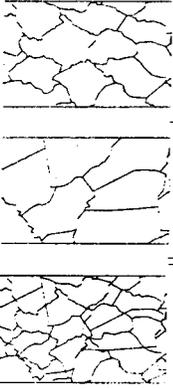
Операции, связанные с расстоянием

<p>Простое вычисление расстояния</p>	<p>Вычисление расстояния — одна из фундаментальных ГИС-операций. Расстояние можно вычислить как по прямой, так и по линиям сети. Например, можно оценить расстояния и время движения по дорожной сети, занесенной в базу данных ГИС.</p>	<p>Расстояние: 3,2 км Время движения: 10 мин.</p>
<p>Буфер</p>	<p>Формирование буферных зон относится к специальному типу операций, связанных с расстоянием. Буфер можно создать вокруг точки, линии или многоугольника, при этом его размер может определяться с учетом веса, зависящего от значений атрибутов. Например, для дороги с покрытием буфер может быть шире, чем для грунтовой дороги. Буфера часто используют в пространственных запросах. Например, для определения количества экземпляров бильгарции на расстоянии не более 3 км от реки необходимо последовательно провести построение буфера, определить точку в полигоне и запросить базу данных.</p>	

<p>Определение ближайшего объекта</p>	<p>При необходимости определить из заданного множества ближайший объект данной категории используется комбинация запроса к базе данных и вычисления расстояния. Например, для каждого населенного пункта района можно рассчитать расстояние до ближайшей больницы. Набор ГИС-данных, полученный в результате такой операции, часто называется поверхностью достижимости.</p>	<p>Время движения до ближайшей больницы</p> <ul style="list-style-type: none"> < 1 часа 1–2 часа 2–3 часа > 3 часов
<p>Многоугольники Тиссена</p>	<p>Одним из вариантов функции «найти ближайший объект» является операция, при которой весь регион делится на многоугольники, связанные с ближайшим объектом определенного типа. Полученные зоны называются многоугольниками Тиссена. Эта функция часто используется для построения простых водосборов или зон обслуживания.</p>	

Комбинация слоев данных

<p>Операция определения точки или линии в многоугольнике</p>	<p>Многие вопросы, которые можно решать с помощью ГИС, требуют совместного анализа нескольких наборов данных. Предположим, мы имеем набор точек, заданных координатами и представляющих кластеры демографического обследования. Нам необходимо сопоставить данные обследования с результатами переписи, собранными по счетным участкам. Для каждой точки ГИС определит счетный участок, в который эта точка попадает, и свяжет данные переписи с записью, содержащей результаты обследования для данной точки.</p> <p>Эта же операция позволяет суммировать атрибуты точечных или линейных объектов для выбранных регионов. Например, таким образом можно рассчитать среднюю рождаемость для каждого участка системы здравоохранения — на основании выборки обследованных домохозяйств (точек).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ид. кластера</th> <th>Ид. счетн. участка</th> <th>Ср. разм. домохоз-ва</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12</td> <td>507</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>508</td> <td>3,8</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>601</td> <td>2,9</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>602</td> <td>5,2</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>603</td> <td>4,6</td> </tr> </tbody> </table>	Ид. кластера	Ид. счетн. участка	Ср. разм. домохоз-ва	12	507	4,3	13	508	3,8	14	601	2,9	15	602	5,2	16	603	4,6
Ид. кластера	Ид. счетн. участка	Ср. разм. домохоз-ва																		
12	507	4,3																		
13	508	3,8																		
14	601	2,9																		
15	602	5,2																		
16	603	4,6																		

<p>Наложение многоугольников</p>	<p>Комбинирование двух наборов ГИС-данных, содержащих площадные объекты, называется наложением многоугольников. Система объединяет наборы данных и регистрирует области перекрытия многоугольников как новые площадные объекты. Полученный набор данных содержит атрибуты обоих исходных наборов. В зависимости от типа атрибут либо остается неизменным (например, информация типа категории или отношения), либо делится между новыми многоугольниками (например, счетные данные).</p> <p>Перекрытие многоугольников часто используется в комбинации с перекрестным анализом таблиц, например для пересчета данных переписи по зонам землепользования.</p>	 <table border="1" data-bbox="1161 283 1323 399"> <thead> <tr> <th>Ид. насел.</th> <th>Пл. насел.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>103</td> <td>23,7</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>110,5</td> </tr> <tr> <td>105</td> <td>35,7</td> </tr> <tr> <td>201</td> <td>96,8</td> </tr> <tr> <td>202</td> <td>73,4</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1161 409 1323 535"> <thead> <tr> <th>Ид. землепольз.</th> <th>Землепольз.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2308</td> <td>Forest</td> </tr> <tr> <td>2712</td> <td>Urban</td> </tr> <tr> <td>2487</td> <td>Agric.</td> </tr> <tr> <td>3102</td> <td>Agric.</td> </tr> <tr> <td>2402</td> <td>Urban</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1161 546 1388 672"> <thead> <tr> <th>Новый ид.</th> <th>Пл. насел.</th> <th>Землепольз.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23</td> <td>100,5</td> <td>Forest</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>110,5</td> <td>Agric.</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>73,8</td> <td>Forest</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>96,8</td> <td>Urban</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>73,4</td> <td>Agric.</td> </tr> </tbody> </table>	Ид. насел.	Пл. насел.	103	23,7	104	110,5	105	35,7	201	96,8	202	73,4	Ид. землепольз.	Землепольз.	2308	Forest	2712	Urban	2487	Agric.	3102	Agric.	2402	Urban	Новый ид.	Пл. насел.	Землепольз.	23	100,5	Forest	24	110,5	Agric.	25	73,8	Forest	26	96,8	Urban	27	73,4	Agric.
Ид. насел.	Пл. насел.																																											
103	23,7																																											
104	110,5																																											
105	35,7																																											
201	96,8																																											
202	73,4																																											
Ид. землепольз.	Землепольз.																																											
2308	Forest																																											
2712	Urban																																											
2487	Agric.																																											
3102	Agric.																																											
2402	Urban																																											
Новый ид.	Пл. насел.	Землепольз.																																										
23	100,5	Forest																																										
24	110,5	Agric.																																										
25	73,8	Forest																																										
26	96,8	Urban																																										
27	73,4	Agric.																																										

Приложение II. Системы координат и картографические проекции

А. ВВЕДЕНИЕ

В предшествующем обзоре концепций ГИС особо выделены преимущества интегрирования пространственных данных. Организация различных типов географической информации в виде слоев данных позволяет обслуживать запросы, выполнять измерения, моделирование и другие виды анализа, использующие данные из различных областей. Так, данные переписи можно анализировать в комбинации с данными о землепользовании или с агроэкологической информацией, а данные о социально-экономическом исследовании могут быть связаны с геосоотнесенными данными о риске заболеваний. Возможность установления связи между данными из различных источников обеспечивается вертикальным интегрированием различных слоев данных. Это означает, что все наборы географических данных приводятся в одной и той же системе координат, так что различные слои данных правильно согласуются при наложении.

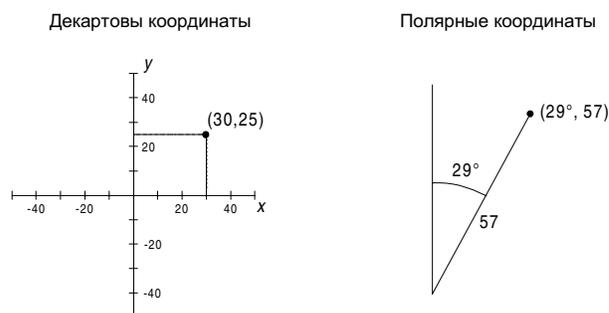
При разработке базы данных ГИС, например ГИС переписи, разработчик обязан следить, чтобы пространственные координаты и границы, снятые с бумажных материалов, взятые в виде цифр из географических справочников или собранные в ходе полевых работ, были приведены в соответствующую систему координат в процессе, называемом *геосоотнесение*. Это необходимо также для того, чтобы цифровые карты, созданные независимо друг от друга для соседних районов, согласовывались при одновременном выводе на экран или на печать.

При картировании результатов переписи с применением традиционных методов эта проблема не была настолько острой, поскольку бумажные карты, а часто просто схемы, выполненные непосредственно в полевых условиях, использовались только в связи с переписью. Они не интегрировались с другими данными и не использовались для какого-либо пространственного анализа. В связи с этим представления о системах координат и картографических проекциях имели гораздо меньшее значение, чем при построении современной цифровой базы данных, предназначенной для многоцелевого использования. В этом приложении дается краткий обзор важнейших картографических понятий. Дополнительную информацию можно найти в учебниках по картографии: Robinson and others (1995), Kraak and Ormeling (1997) и Dent (1999). Более подробное изложение проблемы можно найти в: Canters and Decler (1989), Snyder (1993) и Bugayevskiy and Snyder (1992).

В. КООРДИНАТЫ

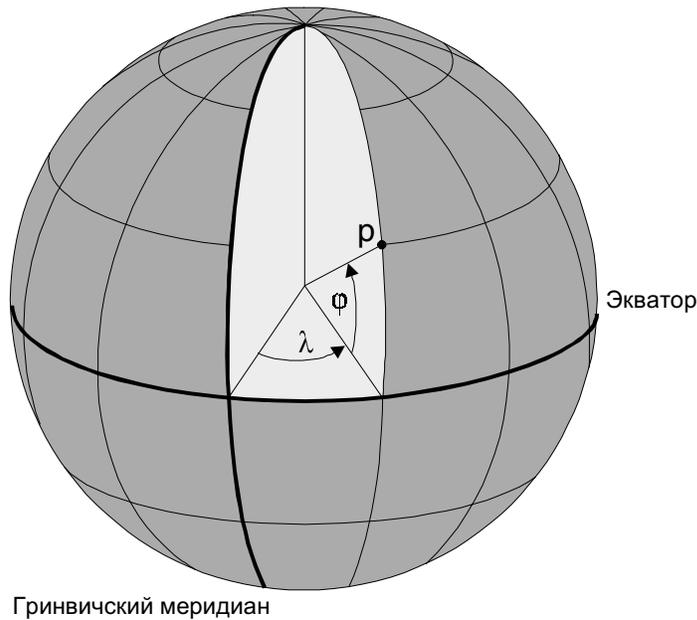
В картографии для задания положения объектов на земной поверхности используются географические системы координат. В геометрии на плоскости наиболее распространенной является *декартова система координат*, названная в честь французского ученого Рене Декарта (1596–1650). Координаты точки определяются как расстояния от ее проекций на две фиксированные оси (x и y) до фиксированного начала координат. Эта система используется в ГИС, а также в других графических компьютерных приложениях. Положение точки на плоскости можно задавать также в *полярных координатах*, которые определяются как угол с фиксированной осью и расстояние от фиксированного начала координат (см. рис. А.П.1).

Рисунок А.П.1. Декартова и полярная системы координат



Плоская карта, представлена ли она на бумаге или на экране компьютера, использует двухмерную систему координат, измеряемых в стандартных единицах, например метрах или футах. Обычно координаты называются x и y , хотя в картографических текстах часто используются термины «отклонение к востоку» (east-ing) и «к северу» (northing). Однако объекты на карте являются отображением объектов, расположенных на земной поверхности. Поскольку земля шарообразна, координаты на земной поверхности измеряются в сферической системе координат. Точнее говоря, обычно для определения положения используются широта и долгота. Это координаты сферической полярной системы, в которой любая точка p задается широтой — углом ϕ , измеренным от плоскости, определяемой экватором, и долготой — углом λ , измеренным от плоскости, определяемой нулевым, или Гринвичским, меридианом (см. рис. А.П.2).

Рисунок А.П.2. Координаты на сфере: система координат широта/долгота



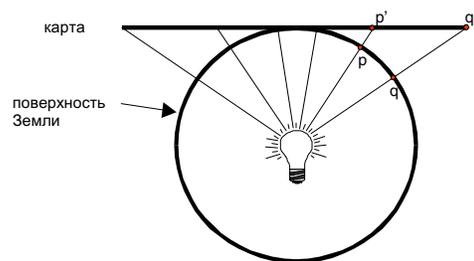
Для того чтобы изобразить на бумаге карту мира или его части, необходимо каким-либо образом перевести сферические координаты (широту и долготу) в координаты на плоскости. В недавно вышедшей книге о картографических проекциях такой процесс построения двумерного представления части трехмерной сферы называется «распластывание сферы» (Snyder, 1993).

Картографические проекции

Математическая процедура, применяемая для пересчета сферических координат – широты и долготы – в координаты на плоскости, называется картографической проекцией. Мы можем буквально представить себе этот процесс в виде проекции, вообразив источник света, расположенный в центре Земли. Если бы поверхность Земли была прозрачной с нанесенными на нее контурами интересующих нас объектов, мы могли бы приложить плоский лист бумаги к некоторой точке сферы и обвести спроектированные линии на этой так называемой развернутой поверхности. Например, объект, расположенный в точке p на поверхности Земли, должен быть помещен в точку p' на карте. Как видно из рисунка А.П.3, чем дальше расположена точка от точки касания карты и сферы, тем больше будет искажено расстояние от нее до точек, расположенных ближе к точке касания. Например, расстояние между p и q на сфере намного меньше расстояния между p' и q' на карте. При таком подходе точки, расположенные на экваторе, не имеют

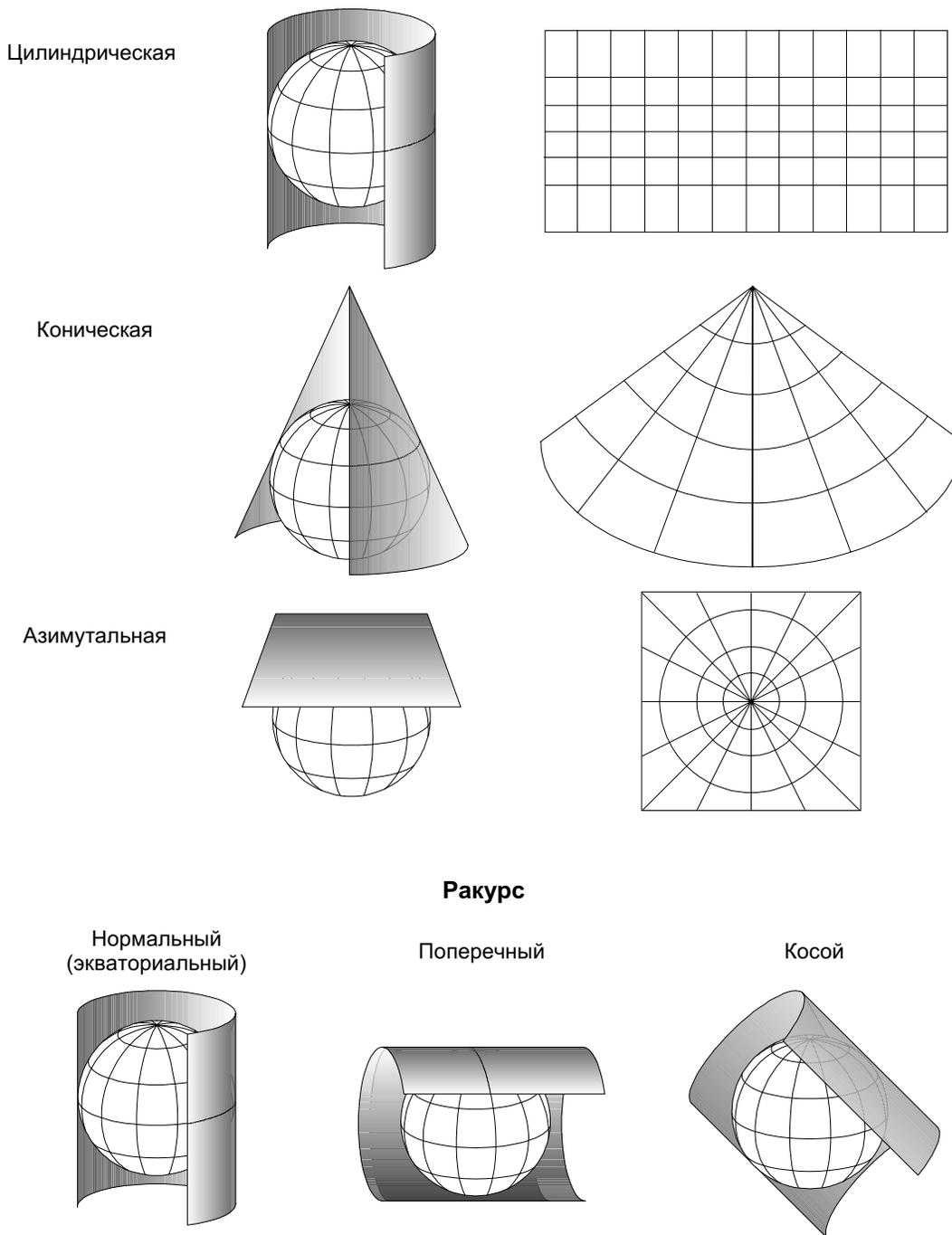
проекции, если точка касания — полюс, поскольку лучи света, проходящие через экватор, параллельны плоскости карты. Таким образом, этот метод проекции применим только для областей, прилегающих к точке касания.

Рисунок А.П.3. Иллюстрация процесса построения картографической проекции (азимутальная проекция)



В течение веков было разработано множество различных картографических проекций, которые можно классифицировать по способу размещения или «обертывания» карты вокруг сферы. На рисунке А.П.4 представлен обзор методов построения трех типов картографических проекций — цилиндрической, конической и азимутальной. Как видно из сетки координатных линий, показанной на рисунке справа, каждое семейство картографических проекций создает характерный рисунок сетки параллелей и меридианов.

Рисунок А.П.4. Семейства картографических проекций



Картограф может выбирать точку или линию, по которой развертываемая поверхность — цилиндр, конус или плоскость — касается сферы. Точка или линия касания обычно представляет собой область, в которой искажения размера и формы минимальны. Если мы создаем карту определенного региона, то можем выбрать *аспект* картографической проекции так, чтобы

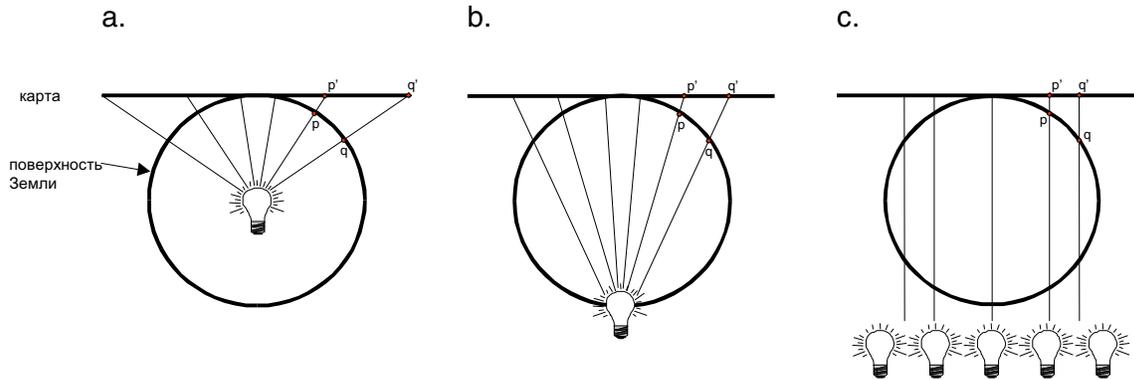
оптимизировать представление интересующей нас территории на карте.

Гипотетический источник света не всегда расположен в центре сферы (см. рис. А.П.5 а) — он может располагаться на дальнем полюсе (см. рис. А.П.5 б) или быть заменен множеством источников, излучающих свет с плоской поверхности, параллельной карте (см.

рис. А.П.5 с). В картографии эти проекции называются *гномонической*, *стереографической* и *ортографической*, соответственно. Положение проекций p' и q' на карте

показывает, что разные варианты проекции приводят к разным типам искажений в относительном размещении точек на карте.

Рисунок А.П.5. Различные способы построения проекции



С. СВОЙСТВА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Воображаемый источник света — удобное средство для демонстрации принципов картографических проекций, однако на практике они определяются математически. Существуют формулы, позволяющие по широте и долготе точки на сфере рассчитать координаты проекции этой точки в системе координат на плоскости. Картографы пользуются несколькими вариантами для расчета разных картографических проекций, имеющих свои специфические свойства. Примерами параметров, определяющих свойства проекции, служат способ «обертывания» развертываемой поверхности вокруг сферы, ракурс и положение воображаемого источника света.

К сожалению, не существует совершенного способа отображения сферических координат на плоскую карту. Следовательно, никакая карта не может быть универсальной. Каждая карта имеет преимущества при отображении одних свойств и плохо отражает какие-то другие. Разные методы проектирования вносят различные виды искажений. Поэтому картографические проекции классифицируются в соответствии со свойствами, которые они сохраняют. Наиболее важные из этих свойств следующие:

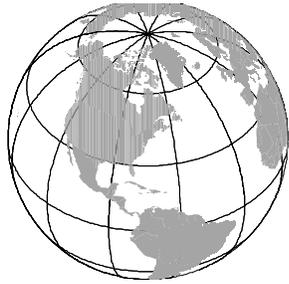
- Сохранение площадей. При большинстве проекций площадные объекты на карте растягиваются. Это растяжение не постоянно в разных частях карты, так что объекты, расположенные вблизи полюса на карте мира, часто выглядят более крупными, чем находящиеся вблизи экватора. Например, Аравийский полуостров на сотни тысяч квадратных километров больше острова Гренландия. Однако на многих картах Гренландия выглядит в несколько раз большей, чем Аравийский полуостров. Карты,

правильно отображающие относительные площади объектов, называются равновеликими. Примером такой проекции служит проекция Молвейде.

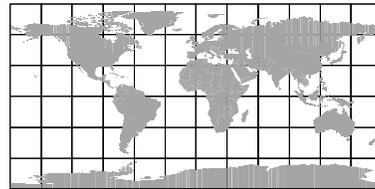
- Сохранение расстояний. Никакая картографическая проекция не позволяет правильно представить расстояния между любыми двумя точками на карте. Это важно иметь в виду, поскольку вычисление расстояний — весьма распространенный вариант применения ГИС. При крупномасштабном картовании небольшого района погрешности, как правило, пренебрежимо малы. Однако в случае приложений на уровне стран или континентов с использованием мелкомасштабных карт расстояния, определенные ГИС, непригодны, за исключением случаев, когда в вычисления вносятся поправки, устраняющие ошибки при расчете евклидова расстояния при таком масштабе. Даже равнопромежуточные проекции неспособны правильно показывать все расстояния, однако они могут правильно отобразить все расстояния от одной или двух точек до любых других или все расстояния вдоль одной или двух линий. Примером служит равнопромежуточная коническая проекция. Следует отметить, что при необходимости получения очень точных результатов обычно используются точные геометрические формулы, а не просто евклидово расстояние. Эти вычисления основаны на использовании широты и долготы для получения так называемого *расстояния по дуге большого круга*.
- Сохранение углов. Конформные проекции сохраняют углы вокруг всех точек формы небольших фигур. Меридианы и параллели пересекаются под прямым углом. Эти проекции наиболее полезны для навигации. Примером служит проекция Меркатора.

Рисунок А.П.6. Распространенные картографические проекции

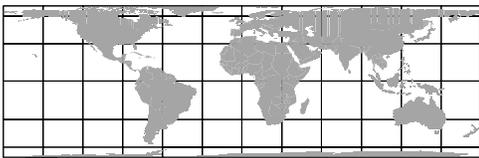
Глобус (Земля из космоса)



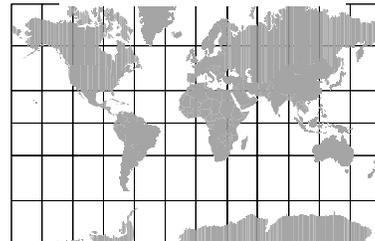
Без проекции (географическая или широта-долгота)



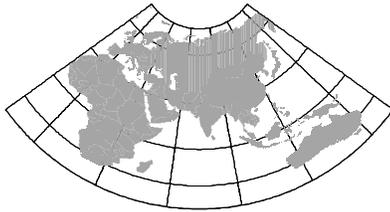
Цилиндрическая равновеликая



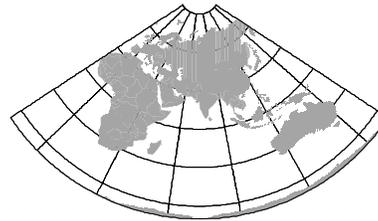
Меркатора



Равновеликая коническая Альберса

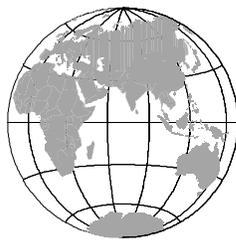


Равнопромежуточная



Равновеликая азимутальная Ламберта

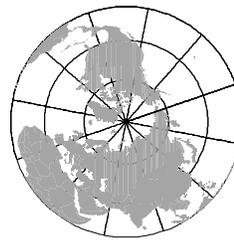
Экваториальная



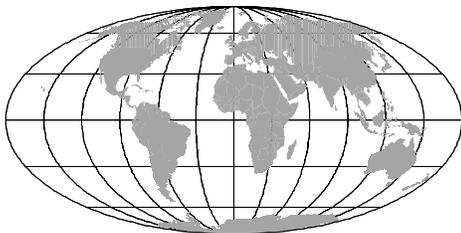
Косая



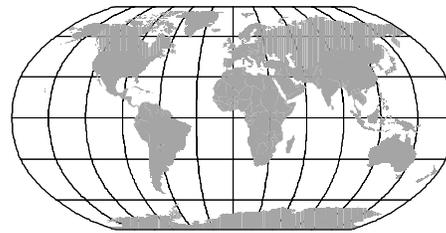
Полярная



Равновеликая Молвейде



Робинсона



Таким образом, все картографические проекции представляют собой компромисс между необходимыми картографическими свойствами. Для каждого приложения можно найти наиболее подходящие картографические проекции. Кроме свойств картографической проекции необходимо учитывать также величину области, ее основные размеры (с севера на юг и с востока на запад) и положение на земном шаре (полярная область, средние широты или экваториальная область).

В учебниках по картографии и руководствах по ГИС приводятся полные списки, показывающие, какие картографические проекции лучше всего подходят для каждой данной задачи. В некоторых случаях наилучшей может оказаться проекция, которая не сохраняет точно ни одно свойство. Например, проекция Робинсона, которая часто используется для карт полушарий, является компромиссной проекцией, применяемой главным образом в эстетических целях, при создании карт для атласов. В других случаях, например при картовании сравнительно небольших областей, искажения, вносимые любой проекцией, могут оказаться пренебрежимо малыми в любых приложениях.

На рисунке А.П.6 показаны наиболее популярные картографические проекции. В верхней части рисунка мы видим Землю в виде шара, а также без проекции в координатах «широта–долгота», как если бы они были координатами на плоскости. Кстати, многие распространители ГИС-данных представляют цифровые картографические данные именно в «географических» координатах без проекции, поскольку пересчет из координат «широта–долгота» в любую картографическую проекцию, как правило, достаточно прост, в то время как переход из одной картографической проекции в другую может оказаться достаточно сложным.

Д. БОЛЕЕ ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОТСЧЕТА

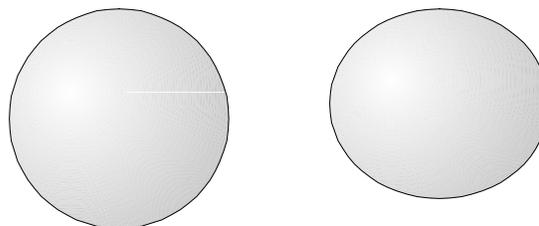
Преобразование координат из системы «широта–долгота» на сфере в координаты на плоскости затруднено тем, что Земля не представляет собой точной сферы с постоянным радиусом. Точные измерения показывают, что земная поверхность весьма неровная и к тому же меняется во времени. Еще более важным является то, что земля сплюснута у полюсов так, что расстояние от ее центра до Северного полюса (малая полуось) меньше, чем расстояние до экватора (большая полуось). Поэтому для точного картования земной шар следует описывать как эллипсоид или сфероид с заданным соотношением между полярным и экваториальным радиусами (см. рисунок А.П.7). Параметры, опи-

сывающие этот эллипсоид, а также начало и ориентацию системы координат, которая используется для определения координат объектов, называются геодезической системой отсчета (наукой об измерении Земли).

Рисунок А.П.7. Сфера в сравнении с эллипсоидом

Земля в виде сферы

Земля в виде эллипсоида



Параметры эллипсоида, наилучшим образом представляющего земную поверхность, неодинаковы в разных частях земного шара. В результате этого были предложены сотни геодезических систем отсчета. Но каждое национальное картографическое агентство во всей своей деятельности использует только одну стандартную систему отсчета, а на уровне регионов, континентов и земного шара в целом применяется лишь небольшое число таких систем. Сложности возникают, когда какое-либо картографическое агентство меняет стандартную систему отсчета. В течение последних двух веков системы отсчета постоянно совершенствовались, поэтому старые карты для какой-либо территории могут быть построены на одной системе отсчета, в то время как более новые карты могут быть основаны на другой.

При мелкомасштабном картовании, охватывающем значительные регионы, или при подготовке картосхем в приложениях, не требующих высокой точности, проблемы, связанные с различными системами отсчета, несущественны. Однако в случае более точного крупномасштабного картования сдвиги могут быть весьма значительными. В таблице А.П.1 представлены координаты здания Центральных учреждений ООН в универсальной поперечной системе координат Меркатора (UTM), которая будет подробно рассмотрена ниже. Широта и долгота здания рассчитаны в одной и той же проекции для разных геодезических систем отсчета. Различие в направлении с севера на юг между старым сфероидом Кларка, который до недавнего времени считался стандартом в США, и новой Всемирной геодезической системой (WGS) составило около 300 м на местности или более 1 см на карте масштаба 1:25 000. Если Землю считать не эллипсоидом, а идеальной сферой, смещение составит более 18 км.

Таблица А.П.1. Координаты здания Секретариата ООН в Нью-Йорке, рассчитанные с использованием различных базовых эллипсоидов

Базовый эллипсоид	Координаты в системе координат Меркатора (метры)	
	восточная (x)	северная (y)
Кларк, 1866	587 141,3	4 511 337
Кларк, 1880	587 142,6	4 511 245
WGS84	587 139,0	4 511 549
Бессель	587 128,5	4 511 095
Сфера	586 917,2	4 529 920

Универсальная поперечная система координат Меркатора

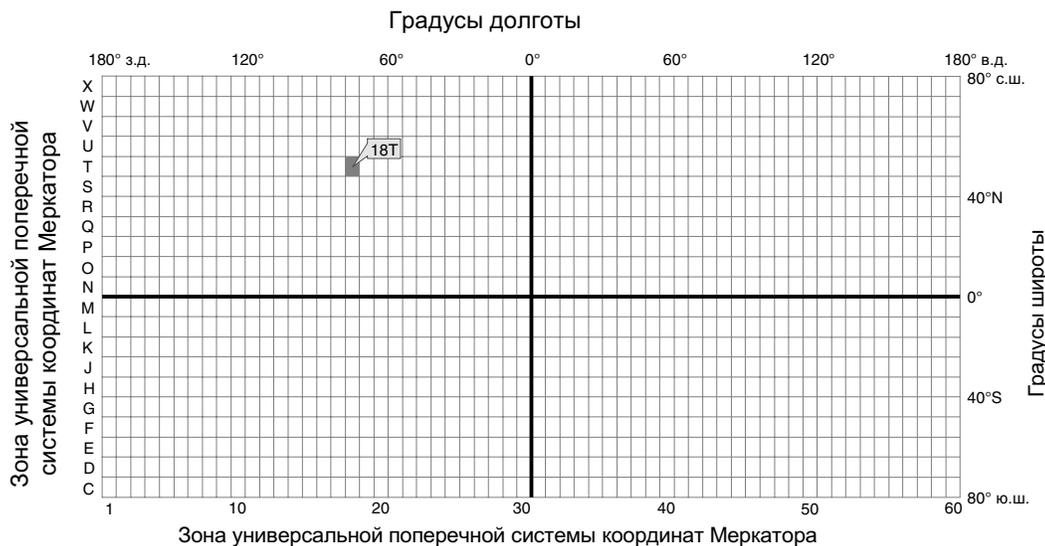
Универсальная поперечная система координат Меркатора заслуживает подробного рассмотрения. Это одна из наиболее популярных систем, применяемых для крупномасштабного картирования во всем мире. Она основана на поперечной цилиндрической проекции (поперечной проекции Меркатора), в которой цилиндр касается земного шара по меридиану. Для разных частей мира используются разные «местные» меридианы. На линиях касания искажения масштаба, формы и рас-

стояния очень малы. Глобальная поперечная система координат Меркатора состоит из 60 полос по долготе (см. рис. А.П.8).

Ширина каждой полосы составляет 6° долготы (по 3° в каждую сторону от линии касания). Полосы универсальной поперечной системы координат Меркатора последовательно пронумерованы с запада на восток, начиная с номера 1, который присвоен полосе, расположенной между 180° з. д. и 174° з. д. с центральным меридианом 177° з. д. Каждая полоса поделена на зоны высотой 8°. Эти зоны помечены буквами с юга на север, начиная с параллели 80° ю. ш., помеченной буквой С. Вне этих пределов зоны поперечной системы координат Меркатора не определены, так как вблизи полюсов слишком велики искажения.

Координаты измеряются в виде расстояния в метрах (или футах) от центрального меридиана в направлении восток–запад и в виде расстояния от экватора в направлении юг–север. Для того чтобы избежать отрицательных чисел, к горизонтальной координате прибавляется 500 тыс. По этой же причине вертикальная координата увеличивается на 10 млн., но только в Южном полушарии. Эти сдвиги называются «фиктивным восточным смещением» и «фиктивным северным смещением».

Рисунок А.П.8. Универсальная поперечная система координат Меркатора



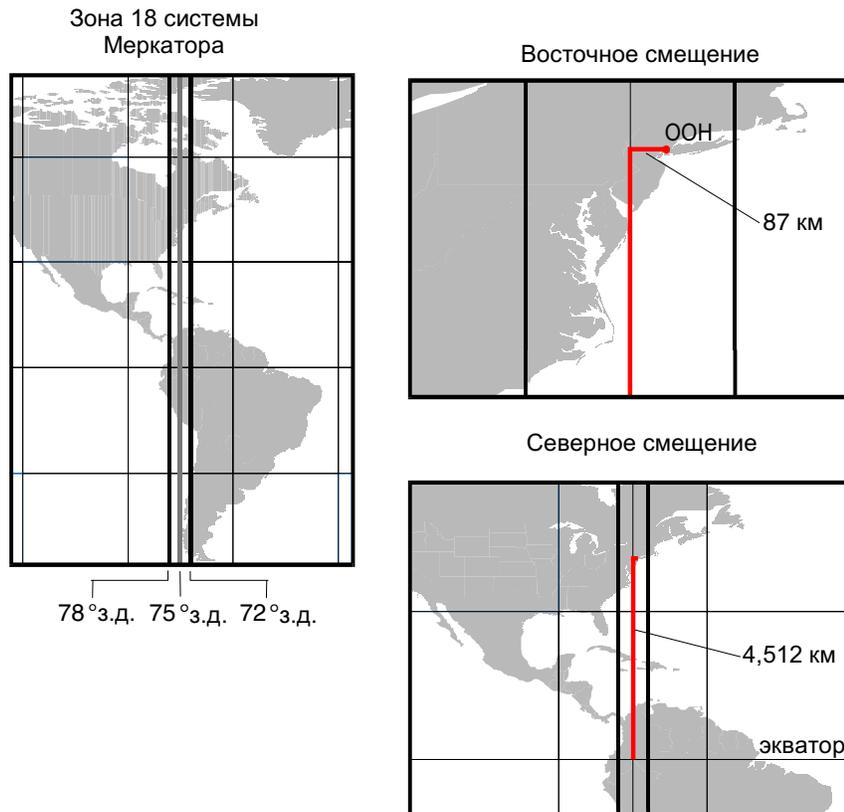
Пример, иллюстрирующий применение универсальной поперечной системы Меркатора, показан на рисунке А.П.9. Здание Центральных учреждений ООН в Нью-Йорке имеет координаты 40°45'01» северной

широты и 73°58'04» западной долготы. Эта точка попадает в зону 18Т универсальной поперечной системы координат Меркатора, расположенную между 72° и 78° западной долготы и между 40° и 48° северной ши-

роты. Ее координаты x и y в системе координат Меркатора равны 587 139,0 м и 4 511 549,7 м, соответственно. Это означает, что здание ООН расположено

примерно в 87 км к востоку от центрального меридиана зоны 18 (75° з. д.) и примерно в 4512 км к северу от экватора.

Рисунок А.П.9. Положение здания Центральных учреждений ООН в системе координат Меркатора



Е. МАСШТАБ КАРТЫ

Опубликованные карты существенно различаются по размерам отображаемой территории. На картах государств или регионов показаны только наиболее важные объекты, в то время как на локальных картах отображены многочисленные детали, такие, например, как отдельные дома или небольшие ручьи. Размер или площадь территории, представленной на стандартном листе карты или на цифровом дисплее, определяется выбранным масштабом, который записывается в виде отношения расстояния на карте к расстоянию на местности. Например, на топографической карте масштаба 1:25 000 1 см на карте соответствует 25 000 см, или 250 м на местности.

Поскольку масштаб карты является дробью или отношением, то чем больше размер области, представленной на карте, тем меньше масштаб этой карты. Например, карта масштаба 1:1 000 000 называется *мелкомасштабной*, так как единица, разделенная на миллион, дает очень маленькое число (0,000001); карта масштаба 1:5000 имеет сравнительно *крупный масштаб*, поскольку единица, разделенная на 5000, дает относительно большое число (0,0002). Таким образом, мелкомасштабные карты отображают большие территории, а крупномасштабные карты сосредотачиваются на небольших территориях. Понятия «мелкий» и «большой» масштабы часто путают друг с другом, потому что в разговорной речи «большой» и «мелкий» относят к отображаемым территории или явлению, а не к дроби.

Глобальные модели климата, например, часто называют крупномасштабными моделями. И чтобы избежать путаницы, полезно ссылаться на масштаб карты.

Некоторые распространенные масштабы карт:

<i>Масштаб карты</i>	<i>1 см на карте представляет</i>	
1:5 000	50 метров	крупный масштаб
1:25 000	250 метров	
1:50 000	500 метров	
1:100 000	1 км	
1:500 000	5 км	
1:1 миллион	10 км	мелкий масштаб

Цифровые географические данные по своей сути не имеют масштаба. После ввода координат, определяющих географические объекты в ГИС, их можно вывести в любом заданном масштабе. При анализе данных пользователь легко может менять масштаб представления карты на экране, непрерывно переходя от одного масштаба к другому. Тем не менее необходимо иметь в виду, что представленные данные были взяты из источников (карт, изображений и т. п.), имеющих определенный масштаб. Напечатанные карты разных масштабов, например, имеют различную детальность. На карте масштаба 1:25 000 будут отображены отдельные дома, образующие деревню. Та же деревня на карте масштаба 1:500 000, если вообще будет показана, будет представлена одной точкой.

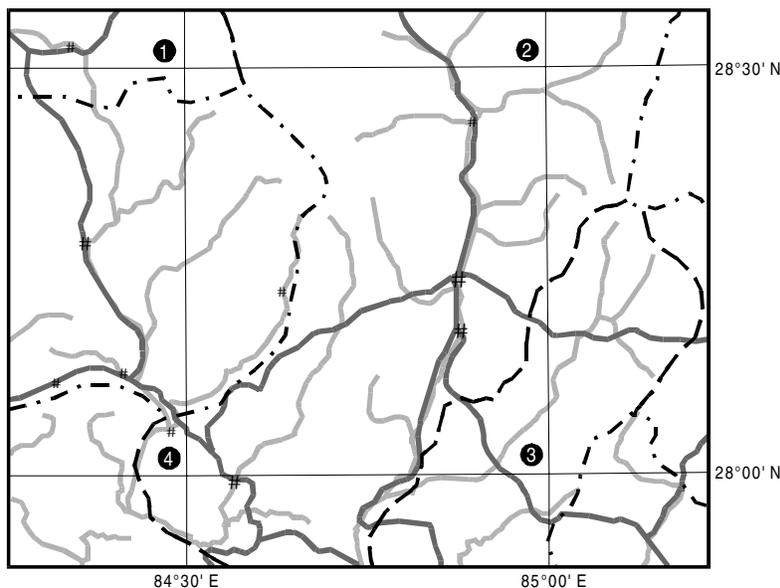
Процесс, называемый *генерализацией*, при котором объекты на карте упрощаются или объединяются, представляет собой важный этап при работе над картой. Генерализация объектов — когда извилистые местные дороги превращаются в прямые и исчезают детали в

границах районов — делает бессмысленными печать карты, оцифрованной с карты масштаба 1:250 000, в масштабе 1:5 000 или объединение цифровых данных, полученных с карт, значительно различающихся по масштабу. Отсюда видно, насколько важно указывать масштаб карты — источника информации в документации к цифровым наборам географических данных. Кроме того, в связи с вышесказанным, при разработке больших картографических проектов очень важно заранее определить требования к масштабу конечных материалов, чтобы база данных формировалась на основе исходных материалов соответствующего масштаба.

Г. ПРИМЕР ГЕОСООТНЕСЕНИЯ

Проблема геосоотнесения оцифрованной или отсканированной карты с пересчетом координат в систему, подходящую для хранения в ГИС, обсуждалась в главе 2 в разделе, связанном с интегрированием цифровых карт. В следующих параграфах процесс геосоотнесения будет проиллюстрирован на реальном примере. На рисунке А.П.10 показана карта, которая была оцифрована с образованием нескольких слоев. При оцифровке координаты выражаются в системе координат дигитайзера, в данном случае — в дюймах. Для того чтобы оцифрованную карту можно было использовать совместно с другой цифровой информацией, относящейся к данному географическому региону, необходимо преобразовать координаты дигитайзера в координаты на местности, соответствующие исходной проекции карты. Читателям, незнакомым с системами координат и проекциями карты, было бы полезно еще раз просмотреть предыдущие разделы этого приложения.

Рисунок А.П.10. Контрольные точки на листе карты



Первым шагом должен быть выбор точно определенных контрольных точек. Обычно такие точки выбираются при оцифровывании. Для того чтобы оценка параметров преобразования была более точной, распределение контрольных точек на рассматриваемой территории должно удовлетворять определенным требованиям. Это означает, что все контрольные точки не должны концентрироваться в какой-то части карты. Кроме дорог, рек, административных единиц и городов на карту выносятся правильная сетка параллелей и меридианов с шагом в полградуса. Контрольные точки удобно выбирать на пересечении линий этой так называемой координатной сетки, поскольку их координаты легко определить. На карте четыре выбранных контрольных точки пронумерованы от единицы до четырех. Им соответствуют следующие пары координат: 84,5 и 28,5; 85,0 и 28,5; 85,0 и 28,0; 84,5 и 28,0. Заметим, что, поскольку ГИС-программы используют систему координат на плоскости, мы должны задавать пары «долгота–широта» (то есть x , y), а не «широта–долгота». По той же причине координаты должны быть заданы в десятичных градусах, а не в градусах, минутах и секундах, как это принято на бумажных картах или в географических справочниках.

К сожалению, при преобразовании мы не можем непосредственно использовать координаты «долгота–широта», так как исходная карта не была построена в географических координатах «широта–долгота»; эти координаты очень редко применяются при построении карт, и признаком такой карты является изображение сетки параллелей и меридианов в виде кривых, а не прямых линий. В данном случае исходная карта построена в конической равновеликой проекции Альберса со следующими параметрами:

- Стандартные параллели: 27° и 30° с. ш.
- Осевой меридиан: 84°
- Широта начала координат: 28°.

Картографические параметры обычно обозначены на листах карты. Прежде чем проводить преобразование координат, мы должны перевести координаты «долгота–широта» контрольных точек в правильные координаты на местности в проекции Альберса. В большинстве компьютерных программ это можно сделать, задавая список пар координат «долгота–широта» (поскольку долгота соответствует координате x , а широта – координате y) в виде текстового файла или через интерфейсное меню и указывая соответствующие параметры проекции в модуле изменения проекции, входящем в систему.

Разумеется, этот дополнительный шаг был бы не нужен, если бы мы могли считывать координаты на местности для контрольных точек непосредственно с карты. Это возможно, например, в случае топографиче-

ской карты, изображенной в универсальной поперечной проекции Меркатора, либо если координаты контрольных точек определены непосредственно на местности с использованием глобальной системы определения местоположения, которая автоматически переводит координаты в некоторую географическую проекцию.

Итак, мы имеем пары координат четырех контрольных точек в системе координат дигитайзера, а также в системе координат на местности, в данном случае — в метрах. Оба набора координат представлены в таблице А.П.2. Например, первая контрольная точка расположена приблизительно в 49 км к востоку от осевого меридиана (84° в. д.) и в 55,5 км к северу от параллели, принятой за начальную (28° с. ш.).

Третий шаг состоит в вычислении параметров преобразования на основе двух имеющихся наборов пар координат. В большинстве пакетов ГИС эта функция предусмотрена. Практически оценка параметров основана на следующих уравнениях регрессии:

$$x' = a + bx + cy;$$

$$y' = d + ex + fy;$$

где x' и y' — координаты контрольных точек на местности; x и y — их координаты в системе дигитайзера; a , b , c , d , e и f — оцениваемые параметры. Ошибки расчета при преобразовании определяются невязкой регрессии.

В таблице А.П.2 представлены пары координат каждой контрольной точки во входной системе (в единицах дигитайзера) и в выходной системе (проекция Альберса в метрах). Кроме того, в таблице приведены ошибки преобразования (невязки), рассчитанные системой в выходных единицах (метрах). Как видно из таблицы, ошибка преобразования составляет около 7,8 м по координате x и около 14,6 м по координате y . Эти ошибки редко оказываются равными нулю. Их причинами могут быть искривление бумажной карты за счет смятия и складывания, а также ошибка измерения при оцифровывании координат контрольных точек. Очень большая ошибка в одной или нескольких контрольных точках обычно свидетельствует о наличии серьезной ошибки, например могут быть переставлены координаты x и y какой-либо контрольной точки или перепутаны обозначения этих точек. В целом эта процедура должна выполняться очень тщательно, так как она в значительной степени определяет точность, а значит, и полезность создаваемой базы данных ГИС.

В таблице приведена также общая ошибка преобразования. Это среднеквадратическая ошибка, выраженная во входной и выходной системах координат (дюймы и метры, соответственно). Большая среднеквадратическая ошибка указывает на то, что положения

контрольных точек во входных и выходных единицах не согласуются в смысле относительных положений точек. При преобразовании данных в рамках крупных проектов необходимо заранее установить максимально допустимую среднеквадратическую ошибку и следить за тем, чтобы фактические ошибки не превышали это значение. Приемлемая величина максимальной ошибки

зависит от картографического масштаба исходной бумажной карты и от требований к точности, предъявляемых в конкретном приложении. При картографировании данных переписи высокой точности, как правило, не требуется, но в других приложениях, например в кадастровых, требования к точности могут быть весьма высокими.

Таблица А.И.2. Параметры преобразования

Контрольная точка	Координаты в единицах дигитайзера (дюймах)		Координаты в единицах на местности (в метрах)		Рассчитанные погрешности в единицах на местности (в метрах)	
	x	y	x	y	x	y
1	11,777	19,660	48 936,2	55 529,6	-14,59	7,80
2	26,670	20,661	97 871,5	55 835,2	14,60	-7,81
3	27,696	3,824	98 333,0	409,3	-14,55	7,78
4	12,751	2,810	49 166,9	102,3	14,54	-7,77
Среднеквадратическая ошибка (вход, выход)			0,005 034, 16,524			

На этом шаге система преобразует все координаты в картографической базе данных в выходную систему координат. Полученная выходная база данных соотнесена с системой координат исходной бумажной карты. Впоследствии полученные карты можно преобразовывать в другие картографические проекции, например интегрировать в комплексную базу данных, выполненную в другой стандартной проекции. Приведенное выше описание дает лишь общие принципы преобразований. Реальные преобразования зависят от конкретной программной реализации, однако понимание процедур, используемых при геоотнесении, помогает правильно оценить важность этого этапа.

Г. ПРАКТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Любой крупный картографический проект (например, картирование переписи) предполагает интегрирование картографической информации из большого числа различных источников. В связи с этим необходимо выбрать единые стандартную проекцию и систему координат. В идеале выбранная система отсчета должна совпадать с системой, используемой в картографической деятельности в данной стране. В большинстве стран выбраны некоторая стандартная проекция и координатная система, оптимальные для соответствующей территории и используемые в сериях карт данной страны в различных масштабах.

Почти во всех пакетах ГИС предусмотрены функции для преобразования координат из одной системы отсчета в другую (например, из метров в футы или из единиц дигитайзера в единицы карты), для преобразования цифровых карт из координат «широта—долгота» в картографическую проекцию или для перехода из одной проекции в другую. Они также дают возможность пользователю выбирать референц-эллипсоид и другие важные параметры. В редких случаях, когда поддержка некоторой проекции отсутствует, для преобразования проекций требуется применение специализированного программного обеспечения. Глобальные системы позиционирования, подробно рассмотренные в главе 2, также поддерживают некоторый набор картографических проекций и наиболее распространенных референц-эллипсоидов. Таким образом, координаты, собираемые в ходе полевых работ, можно снимать в виде пар «широта—долгота» или в некоторой проекции.

Информация о проекции и референц-эллипсоиде обычно указывается на топографических картах. Ситуация с цифровыми картографическими данными несколько сложнее, поскольку в стандартных ГИС-форматах не предусмотрено обязательное сохранение информации о проекции в явном виде. Например, агентство по проведению переписи может получить ГИС-данные о дорогах или гидрологической сети без информации об использованной картографической проекции. При наложении таких данных на цифровые

карты переписи можно не получить полного совпадения. Таким образом, вертикальное интегрирование информации невозможно без приведения комбинируемых наборов данных к единой системе отсчета. Если проекцию карты невозможно определить, прослеживая связь между цифровыми данными и исходной картой, единственной возможностью для пользователя остается увязывание цифровых карт друг с другом с явными компромиссными допущениями, которые могут привести к серьезным ошибкам. В связи с этим необходимо, чтобы все наборы данных сопровождалась соответствующей документацией, а метаданные, то есть информация о данных, сохранялись вместе с набором данных цифровой карты.

Заключительные практические соображения относятся к преобразованию различных форматов, используемых при хранении координат «широта–долгота». Как правило, эти координаты выражаются в градусах, минутах и секундах. Например, здание Центральных учреждений ООН в Нью-Йорке имеет координаты $40^{\circ}45'01''$ северной широты и $73^{\circ}58'04''$ западной долготы. Прежде чем вводить эти данные в ГИС или в систему для пересчета картографической проекции, необходимо преобразовать координаты в десятичные градусы. Полученные числа будут выглядеть как обычные

декартовы координаты. Например, для пересчета градусов, минут и секунд в десятичные градусы проведем следующие вычисления:

$$40 + \frac{\left(45 + \frac{1}{60}\right)}{60} = 40,7502778;$$

$$73 + \frac{\left(58 + \frac{4}{60}\right)}{60} = 73,9677778.$$

Поскольку меридиан, на котором расположено здание Центральных учреждений ООН, лежит к западу от Гринвича, в десятичных градусах он задается отрицательным числом $-73,97$. Точно так же в Южном полушарии значения широты отрицательны.

Для обратного преобразования широты в градусы, минуты и секунды необходимо проделать вычисления:

Градусы: 40.

Минуты: $0,7502778 \times 60 = 45,016668 = 45$.

Секунды: $0,016668 \times 60 = 1$.

Приложение III. Моделирование данных

В данном приложении рассматриваются проблемы, связанные с моделированием географических данных, и в качестве примера приводится содержание подробного словаря данных, который может быть использован организаторами переписи для документирования географических баз данных, созданных для нужд переписи. Более простой словарь данных, прилагаемый к публично распространяемым географическим продуктам переписи, представлен в приложении IV.

А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

Пространственная модель данных — это описание географических объектов, например домов, административных единиц или рек, а также отношений между этими объектами. В объектно-ориентированных моделях данных определение обычно включает также операции, которые могут выполняться над объектами. Модель данных не связана с каким-либо определенным программным пакетом, поэтому пользователь может реализовать принятую модель данных в любом достаточно мощном пакете ГИС.

Пространственная структура данных реализует выбранную модель данных. Она состоит из специальных файловых структур, которые используются для представления различных типов объектов. Например, административные единицы или водоемы должны отображаться в виде многоугольников, то есть в виде последовательности точек, заданных координатами, в которой первая и последняя точки совпадают. Структура данных позволяет программе осуществлять операции,

при которых определяются взаимоотношения между географическими объектами. Например, дорога может совпадать с частью границы многоугольника, отображающего административную единицу.

Формат данных — это более общий термин, обычно относящийся к специальному набору структур данных в программной системе. Некоторые коммерческие форматы данных приобрели такое широкое распространение, что де-факто стали стандартом. Например, формат обмена чертежами (DXF) первоначально был разработан для пакетов AutoCad. В настоящее время этот формат поддерживается практически всеми коммерческими программными пакетами ГИС.

Словарь данных — это основной документ, в котором содержится детальное описание модели данных, а также всех кодов, использованных для идентификации объектов и их атрибутов.

И наконец, *схема базы данных* — это описание логических связей между пространственными объектами, таблицами атрибутов и правилами целостности, которые определяют полную и целостную базу пространственных данных.

В. МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР

Приведенный ниже модельный пример создан на основе весьма обширной системы определений географических объектов в Канадской национальной базе топографических данных — словаря данных (Geomatics Canada, 1994).

Таблица А.П.1. Информация для определения базы пространственных данных

<i>Название объекта</i>	Краткое название географического объекта.
<i>Определение</i>	Подробное описание географического объекта.
<i>Фиксированные атрибуты домена</i>	Атрибуты, которые могут иметь лишь конечное число значений из заданного множества, например тип административной единицы (район, область и т. д.) или тип покрытия дороги; такие предопределенные коды являются <i>доменом</i> возможных значений.
<i>Переменные атрибуты домена</i>	Атрибуты, имеющие потенциально бесконечное число возможных значений. Их домен, таким образом, может быть не определен. Примерами являются уникальный идентификатор административной единицы, численность населения в ней или название реки. Каждый атрибут описывается следующими данными:

	<p><i>Название;</i></p> <p><i>Тип</i>, например алфавитно-цифровой (A), целый (I) или действительный (R);</p> <p><i>Допустимое количество символов;</i></p> <p><i>Домен значений</i>, то есть список всех возможных значений и их определений для фиксированных атрибутов домена или <i>определения</i> атрибута для переменных атрибутов домена.</p>
<p><i>Допустимые сочетания значений атрибутов</i></p>	<p>Для фиксированных атрибутов домена указываются все возможные сочетания атрибутов. Например, в случае административной единицы только районы и области могут иметь официальную административную столицу. Таким образом, если административная единица имеет тип, отличный от района или области, другой атрибут, в котором указывается название столицы, должен быть пустым. Информация о допустимых сочетаниях значений атрибутов полезна при автоматической проверке непротиворечивости данных.</p> <p>Если объект не имеет фиксированного домена, вводится значение «отсутствует». Если имеется только один фиксированный атрибут домена, перечисляются все допустимые значения. Если имеется несколько фиксированных атрибутов домена, указываются все допустимые комбинации их значений.</p>
<p><i>Отношения</i></p>	<p>Описание отношений, которые данный географический объект может иметь с другими пространственными объектами. Эта информация может быть полезна, например, при определении того, как реки или дороги могут совпадать с административными границами или границами участков переписи. Отношения определяются следующими характеристиками:</p> <ul style="list-style-type: none"> — <i>название объекта и геометрия объекта</i>, например точка (P), линия (L) или площадь (A); — <i>отношение</i>, например <i>проходить через</i> — для линии, проходящей через точку, или <i>иметь общую границу</i> — для площади, граница которой имеет общий отрезок с линией; — <i>количество элементов отношения</i>, задаваемое парой значений, определяющих минимальное и максимальное количество вхождений объекта в отношение. Например, пересечение дорог связано с объектами типа дорог. Пересечение должно быть связано, по крайней мере, с одной дорогой и теоретически может быть связано с бесконечным количеством дорог. Если максимальное число не может быть задано, оно заменяется буквой N. Таким образом, отношение для пересечения дорог записывается как (1, N); — <i>название и геометрия связанного объекта</i>. <p>Заметим, что сказанное выше относится только к отношениям между географическими объектами. Отношения между полями в таблице географических атрибутов и внешних таблицах необходимо определять отдельно.</p>
<p><i>Геометрическое представление и минимальный размер (метры)</i></p>	<p>Геометрический объект, используемый для представления объекта данного типа. Для административных единиц это почти всегда площади (многоугольники). Однако для других объектов геометрическое представление пространственного объекта может зависеть от масштаба карты. Например, деревня может быть представлена как некоторая площадь, ограниченная линией на крупномасштабных картах (например, 1:25 000), и как точка на мелкомасштабных картах (например, 1:250 000). При одном и том же масштабе крупная деревня или город могут быть представлены в виде площади, в то время как небольшая деревня представляется точкой. В зависимости от типа объекта минимальный размер объекта данного типа может относиться к его <i>площади, ширине, длине или высоте</i>.</p>
<p><i>Примечания</i></p>	<p>Любая дополнительная информация, необходимая для определения объекта, а также сноски, относящиеся к любому из других описательных полей.</p>
<p><i>Диаграмма</i></p>	<p>Для иллюстрации того, каким образом моделируется объект, приводится графическая иллюстрация отношений данного объекта с различными другими объектами.</p>

Наиболее важной информацией в шаблоне базы данных являются определения каждого логического объекта и подробное описание всех атрибутов, сохраняемых для географических объектов. Для многих проектов картографирования переписи может быть достаточно этих дескрипторов базы данных. Однако, особенно в случаях, когда база данных переписи должна быть интегрирована в базу данных национальной ГИС, рекомендуется не пожалеть времени и усилий для разработки проекта базы данных, который будет гарантировать совместимость с информацией, получаемой от других агентств.

В таком случае отношения между административными единицами или счетными участками и другими географическими объектами должны быть четко определены.

Для того чтобы содержание словаря данных было более понятно, в таблице А.ИИ.2 приводится пример, описывающий определение слоя данных об административных единицах. Этот пример приводится только в качестве иллюстрации. Конкретные спецификации будут изменяться при реализации в разных странах.

Таблица А.ИИ.2. Пример: административные единицы для страны с тремя уровнями административного подчинения

Административная единица

Географическая территория с юридически определенными границами, сформированная для осуществления административных и других управленческих функций.

Фиксированные атрибуты домена

Тип административной единицы I(1):

1 — Область	административная единица первого уровня
2 — Район	административная единица второго субнационального уровня
3 — Населенный пункт	административная единица третьего уровня

Признак сельский / городской I(1):

1 — Неприменимо	классификация «сельский» или «городской» применима только к населенным пунктам
2 — Городской	административная единица, представляющая собой город
3 — Сельский	административная единица, имеющая преимущественно сельские черты

Переменные атрибуты домена

Идентификатор административной единицы I(14) *Примечание: в данной иллюстративной базе данных все атрибутивные данные (такие, как название, альтернативное название, количество домохозяйств, численность населения и т. д.) хранятся в отдельных таблицах данных, связанных с таблицей географических атрибутов через идентификатор административной единицы.*

Допустимые комбинации значений атрибутов

Область — неприменимо
 Район — неприменимо
 Населенный пункт — городской
 Населенный пункт — сельский

Примечание: возможны только эти комбинации. Например, не может быть городской области или сельского района.

Отношения

Административная единица (P)	Иметь общую границу	(0, N)	Дорога (L)
Административная единица (P)	Иметь общую границу	(0, N)	Река (L)
Административная единица (P)	Иметь общую границу	(0, N)	Водоем (P)

Примечание: дороги и реки представлены линиями (L) и могут частично совпадать с границами административных единиц, представленных многоугольниками (P). Подобно этому административная граница может совпадать с береговой линией водоема, например озера, представленного многоугольником. (0, N) задает количество элементов отношения. Оно означает, что, например, минимальное число дорог, совпадающих с границей административной единицы, равно нулю, а максимальное число не определено (N означает «любое число»).

Геометрическое представление и минимальный размер

Административная единица изображается точечным объектом, если ее площадь меньше или равна 1 кв. км, и площадным объектом, если она превосходит 1 кв. км.

Примечания:

Административные единицы должны совпадать с границами счетных участков. Административные единицы должны покрывать всю территорию страны. Другими словами, не может существовать какая-либо часть территории страны, которая не входит ни в одну административную единицу.

Диаграмма

Приложение IV. Пример словаря данных для распространения

Ниже в качестве примера приводится словарь данных для распространения базы данных ГИС переписи по населенным пунктам гипотетической страны Попландия. Пример приводится исключительно для иллюстрации. В реальных случаях национальные органы переписи должны тщательно прорабатывать содержание словаря данных с учетом специфических проблем конкретной страны.

Словарь данных: база данных ГИС переписи населения по населенным пунктам

Название базы данных	Цифровая географическая база данных переписи в населенных пунктах Попландии.
Источники	Национальное бюро статистики (НБС), Отделение переписи, Секция картографии (1996), Национальная перепись населения и жилого фонда Попландии, 1995.
Содержание базы данных	<p>База данных включает слой данных ГИС по населенным пунктам во всей стране. База данных ГИС распространяется в файловом формате ArcView (Environmental Systems Research Institute, Inc.), формате обмена данными MapInfo (MapInfo, Inc.) или в виде текстового файла координат. Данная документация относится к версии файлов формы ArcView.</p> <p>Таблица данных о географических атрибутах для слоя ГИС по населенным пунктам (LOC.DBF) содержит только базовую информацию, в том числе код населенного пункта (LOC_CODE) и названия административных единиц, в которые он попадает. Вместе с базой данных ГИС распространяются две внешние таблицы данных, одна из которых содержит характеристики населения по данным переписи (POP.DBF), а другая — данные о жилом фонде (HH.DBF). Эти таблицы данных могут быть связаны с базой данных ГИС по населенным пунктам через общее поле LOC_CODE. Если не указаны иные даты, все данные относятся к переписи по состоянию на 1 июля 1995 года.</p>
Административные и отчетные единицы	База данных содержит информацию о 1291 населенном пункте в 9 областях и 123 районах.
Требования к программному обеспечению и оборудованию	<p>Базу данных можно просматривать с помощью любого пакета ГИС или картографического пакета для настольного компьютера, в котором предусмотрен импорт файлов формы ArcView или файлов формата обмена данными MapInfo.</p> <p>Минимальная конфигурация системы зависит от программ, используемых для доступа к данным. Обычно достаточно IBM-совместимого компьютера с процессором не медленнее, чем 486 МГц, и не менее 8 Мб оперативной памяти. Базу данных можно просматривать с компакт-диска или установить на жесткий диск компьютера. Требуемое пространство на жестком диске составляет 16 Мб.</p>
Формат распространяемой базы данных	База данных распространяется в несжатом виде на компакт-диске и обеспечивает непосредственный доступ к данным.
Проекция	Равнопромежуточная коническая.
Стандартные параллели	20° с. ш. и 60° с. ш.
Осевой меридиан	140° з. д.
Единицы измерения координат	Метры.
Смещение координат	Нет.

Масштаб исходной карты	Переменный. Большинство населенных пунктов городского типа нанесены в масштабе 1:25 000 и крупнее; сельские населенные пункты — в масштабе 1:50 000 и мельче.
Общая информация о точности	По данным национального картографического агентства, средняя точность координат оценивается в ± 100 м в сельской местности и ± 30 м в городах.
Разделенные счетные участки	Некоторые населенные пункты состоят более чем из одного многоугольника. В таблицу атрибутов включено поле (FLAG), которому присваивается значение 1 для главного многоугольника (и единственного в случае населенного пункта, состоящего из одного многоугольника) и 0 для остальных многоугольников. Для того чтобы избежать двойного суммирования при агрегировании результатов переписи, агрегирование следует проводить только после того, как выбраны многоугольники, для которых FLAG имеет значение 1.
Аналогичные продукты	НБС опубликовало аналогичные цифровые базы данных ГИС для счетных участков. Поскольку количество счетных участков очень велико, созданы отдельные базы данных ГИС для каждой области. Для получения более подробной информации следует обращаться в Национальное бюро статистики.
Ссылки на источники	<p>Национальное бюро статистики (1995). Технический отчет о деятельности по картированию переписи для Национальной переписи населения и жилого фонда Финляндии, 1995, Отделение переписи, Секция картографии.</p> <p>Национальное бюро статистики (1995). Методологический и административный отчет для национальной переписи населения и жилого фонда Финляндии, 1995, Отделение переписи.</p> <p>Национальное бюро статистики (1996). Результаты национальной переписи населения и жилого фонда Финляндии, 1995, Отделение переписи, Секция картографии.</p>
Контактная информация	<p>Национальное бюро статистики, Отделение переписи, Секция картографии, Отдел обслуживания пользователей, а/я 9999 Тарога, область Самбас Тел.: 99-99-99999 Факс: 99-99-99998 E-mail: geog@census.gov.xx Web: www.census.gov.xx</p>

Файлы географических данных

LOC.SHP — База данных ГИС о границах населенных пунктов	
Название файла:	LOC.SHP
Тип файла:	файл формы ESRI ArcView
Тип объектов:	Многоугольники
Связанные файлы:	<p>LOC.DBF Таблица атрибутов многоугольников (часть файла формы)</p> <p>POP.DBF Индикаторы переписи населения</p> <p>HH.DBF Индикаторы переписи жилого фонда</p> <p>LOC.SHX Внутренний географический индексный файл, используемый ArcView</p>

Файлы атрибутов

LOC.DBF: характеристики населенных пунктов

Название поля	Описание	Определение поля	Область значений	Коды	Обозначение отсутствующих значений
LOC_CODE	Официальный код населенного пункта. Обеспечивает связь с внешними таблицами данных POP.DBF и HH.DBF. Геокод образуется соединением административных идентификаторов: 2-значный код области + 3-значный код района + 3-значный код населенного пункта.	Целый, 8	Положительные значения	Нет	-999
AREA	Площадь населенного пункта в кв. км	Действительный, 6,1	Положительные значения	Нет	-999
FLAG	Указывает, является ли данный многоугольник главным для населенного пункта. Для населенных пунктов, состоящих из двух или более многоугольников, только наибольший по размеру или наиболее важный имеет в данном поле значение 1	Целый, 1	0–1	0–второстепенный 1–главный	
URBAN	Индикатор принадлежности населенного пункта к сельским или городским	Целый, 1	0–1	0–сельский 1–городской	-1
LOC_NAME	Название населенного пункта	Символьный, 25	Нет	Нет	н. д.
DIST_NAME	Название района	Символьный, 25	Нет	Нет	н. д.
PROV_NAME	Название области	Символьный, 25	Нет	Нет	н. д.
AREA_TOTAL	Общая площадь населенного пункта в кв. км	Действительный, 10,3	Положительные значения	Нет	-999
AREA_LAND	Площадь населенного пункта, занятая сушей, в кв. км	Действительный, 10,3	Положительные значения	Нет	-999
AREA_WATER	Площадь населенного пункта, занятая водоемами, в кв. км	Действительный, 10,3	Положительные значения	Нет	-999

POP.DBF — показатели переписи населения

Название поля	Описание	Определение поля	Область значений	Коды	Обозначение отсутствующих значений
LOC_CODE	Официальный код населенного пункта. Обеспечивает связь с таблицами атрибутов LOC.DBF и HH.DBF	Целый, 8	Положительные значения	Нет	-999
POP_TOT	Численность населения, охваченного переписью	Целый, 7	Положительные значения	Нет	-999
POP_DENS	Плотность населения (человек на кв. км) (POP_TOTAL/AREA)	Действительный, 5,1	Положительные значения	Нет	-999
...

HH.DBF — показатели переписи домохозяйств

Название поля	Описание	Определение поля	Область значений	Коды	Обозначение отсутствующих значений
LOC_CODE	Официальный код населенного пункта	Целый, 8	Положительные значения	Нет	-999
HH_NUM	Количество домохозяйств	Целый, 7	Положительные значения	Нет	-999
HH_HEAD	Пол главы домохозяйства	Целый, 1	0–1	0–мужской 1–женский	-1
...

Приложение V. Проектирование тематической карты

А. ВВЕДЕНИЕ

Картографы различают несколько типов карт. Карты общего назначения используются в качестве основы для ориентирования. Большинство географических объектов, нанесенных на такие карты, реально существуют, и их можно видеть на местности, — это либо природные (реки, горы, береговые линии), либо искусственные (дороги, населенные пункты) объекты. Справочные карты отображают также объекты, которые не видны на местности, — это политические границы и координатная сетка параллелей и меридианов. В этот класс общегеографических или справочных карт попадают и топографические карты. Они играют важную роль в картировании счетных областей, поскольку несут информацию об объектах, которые счетчики, проводящие перепись, могут использовать для ориентирования в отведенной для них области.

Для картирования результатов переписи более важными являются *тематические карты*, отображающие географическое распределение физических или культурных явлений, которые трудно обнаружить непосредственно на местности. Эти карты могут основываться на качественной или количественной информации. Примером первого типа служит карта, показывающая распределение людей согласно их родному языку или религии. В отличие от них, количественные тематические карты, иногда называемые статистическими, дают некоторую информацию об относительных размерах отображаемых объектов. Примером может служить карта, на которой символы, изображающие города в некоторой стране, имеют размеры, пропорциональные размеру соответствующего города. Другим примером является карта, в которой счетные территории, например районы, закрашены в соответствии с плотностью населения. Большинство карт, входящих в атлас переписи, принадлежат к этому типу.

В. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАРТЫ

Несмотря на частое применение, карты не очень удобны для отображения точных значений характеристик. На карте данные изображаются символами. Картографу приходится разделять значения признаков на интервалы или классы для получения обозримого числа категорий, которые можно изобразить цветом или символами. Очевидно, что при таком изображении часть информации теряется. При том что бумажные карты

имеют преимущества при изображении трендов, относительных величин и распределении значений признаков, для пользователя, которого интересуют точные значения, более удобны таблицы данных или цифровые карты, имеющие базы данных, способные обслуживать запросы.

Изготовление демонстрационных карт — это процесс разработки изображения, при помощи которого картограф сообщает читателю некоторую идею или понятие (Monmonier, 1993). Происходящее при этом сходно с другими формами передачи качественной или количественной информации в графической форме с использованием схем, рисунков и других визуальных средств. Поэтому в картографии можно применять те же принципы конструирования, которые используются при графическом дизайне.

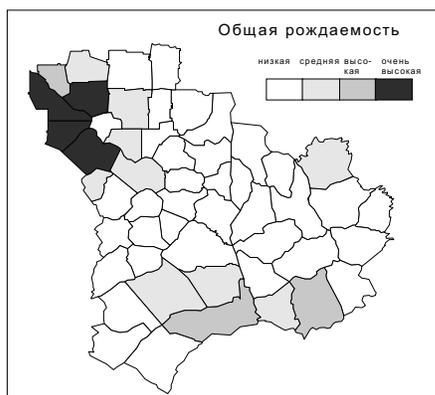
Наиболее важными в таком проектировании являются простота и наглядность. Многие карты оказываются слишком перегруженными из-за того, что картограф пытался передать слишком много информации на довольно маленьком пространстве. В таких случаях полезно следовать принципу «максимизации отношения информации к количеству чернил», сформулированному Туфте (Tufte, 1983). Применительно к картографии это означает, что большая часть использованных чернил должна быть направлена на отображение географических данных, а не посторонней информации. При этом избыточную информацию следует отбрасывать. Заголовки, начинающиеся словами «Карта ...» или «Легенда», не нужны, так же как и большинство прямоугольников, линий, а часто, хотя и не всегда, стрелки, указывающие на север, и масштабные линейки. Подобно большинству принципов, этот принцип, разумеется, не универсален. Некоторые элементы карты, например легенда, краткое название и ссылки на источники информации, очевидно, необходимы для понимания карты.

Простота предполагает также, что место не тратится впустую. Сейчас появились лазерные принтеры с высоким разрешением и нет необходимости печатать карты очень большого формата, чтобы показать все детали. Чем лучше продумана карта, тем меньше размер, на котором ее можно напечатать. Экономное использование места предполагает не применять слишком крупные шрифты, символы легенд или врезки.

Важным является и создание визуальной иерархии. Оно относится как к элементам внутри карты, так и к

организации всех ее компонентов. Выбор цвета или символов, используемых на карте, отражает ранжирование значений данных. Например, на карте детской смертности зоны с наиболее высокими значениями можно закрасить самым ярким цветом или самым темным оттенком серого. Эти горячие точки должны привлекать внимание в первую очередь. Например, на рисунке А.V.1 градации от низкой до высокой сознательно закрашены светло-серыми тонами, для того чтобы ярче выделить категорию очень высоких значений. В данном случае визуальная иерархия формируется за счет контраста между темными цветами и окружающими светлыми тонами. Так же выделялась бы относительно светлая область, окруженная темными. Ниже выбор цвета обсуждается более подробно.

Рисунок А.V.1. Формирование визуальной иерархии за счет выбора цвета или оттенков серого



Существуют другие приемы, с помощью которых картограф может привлекать внимание к определенным частям карты. Например, яркая граница вокруг каких-либо областей карты также выделяет их на общем фоне. Иногда для этих целей используются аннотации или стрелки, указывающие на нужные объекты, хотя эти детали часто лишь загромождают карту.

Те же принципы применимы к общей композиции карты. Наиболее важным компонентом карты являются собственно картографическая информация, название и легенда, поясняющая обозначения. Эти элементы должны быть главными на странице карты. Любой другой элемент следует выносить на карту с определенной осторожностью.

Последнее замечание относительно дизайна карты связано с обязанностью картографа следить за тем, чтобы оформление карты не обидело какую-либо часть населения. Картограф должен знать о «болевых точках» различных регионов и групп населения. У многих этнических и расовых групп в некоторых странах отдельные символы или цвета имеют определенные пози-

тивные или негативные ассоциации. В дизайне карты следует избегать любых символов, связанных со стереотипами, затрагивающими какие-либо подгруппы населения.

1. Элементы тематической карты

Тематическая карта включает несколько компонентов. Собственно карта состоит из базовой карты, на которую вынесены границы изображаемой территории, например границы страны, и, возможно, какие-либо опорные данные, такие, как реки и города. Это дает пользователю, который хотел бы сравнить значения некоторого признака в разных частях страны, возможность ориентироваться. Вторым важнейшим элементом является тематическая нагрузка карты, представляющая географическое распределение признака.

В дополнение к собственно картографической информации карты типографского качества содержат дополнительные элементы. Такими элементами могут быть следующие:

- *Заголовки и подзаголовки* должны быть краткими и высокоинформативными. Следует избегать заголовков, содержащих фразы типа «Карта, изображающая...».
- *Источник информации, список авторов и дата выпуска* информируют пользователя о достоверности и надежности информации. Некоторые агентства, регулярно выпускающие карты, указывают также ссылки и номера версий, которые служат для внутреннего использования. Любая другая пояснительная информация, способствующая пониманию карты, заслуживает того, чтобы ее вынесли на карту. Для карт, отпечатанных в большом формате, необходимо указать параметры картографической проекции.
- *Легенда карты* описывает, каким образом значения изображаемых признаков преобразуются в символы карты, например какие цвета используются для обозначения данного интервала значений плотности населения. Важным условием является включение в легенду единиц измерения, например «человек на квадратный километр».
- *Масштаб карты* позволяет пользователю измерять расстояния на карте. Для серии тематических карт, таких, например, как атлас переписи населения, в котором все карты имеют один и тот же масштаб, нет необходимости указывать его на каждой странице. То же самое справедливо для относительно мелкомасштабных карт хорошо известных территорий, которые вряд ли будут использоваться для определения расстояний. Изображение масштаба

ной линейки обычно лучше, чем указание масштаба в виде дроби (например, 1:1 000 000). Если карта была уменьшена или увеличена при фотокопировании, имеет смысл пользоваться масштабной линейкой, в то время как количественный масштаб, относящийся к исходной карте, становится неприемлемым.

- *Стрелка, указывающая на север*, не является безусловно необходимой, поскольку все карты ориентированы на север. Это особенно справедливо по отношению к картам, представляющим хорошо известные территории, например целые государства. Если для того, чтобы лучше вписать карту в страницу, использован поворот, указание направления на север обязательно.
- *Границы и линии* используются для разделения различных элементов на карте; проблемы использования графических элементов такого типа относятся скорее к области дизайна. Слишком большое количество линий и прямоугольников перегружает карту. Поэтому дополнительные границы следует вносить, только если элементы карты плохо различимы.
- *Географические названия и пометки* обеспечивают идентификацию географических объектов или счетных областей.
- *Сетка координат* — сетка параллелей и меридианов, облегчающая ориентирование на карте. Такие сетки необходимо наносить на мелкомасштабные карты.
- *Справочные карты* используются, чтобы показать, где расположена территория, отображенная на основной карте. Например, в карту плотности населения района может быть врезана небольшая карта, показывающая местоположение данного района в стране или области.
- *Врезки* подобны справочным картам, но вместо того, чтобы показывать местоположение территории, изображенной на главной карте, они изображают небольшую часть карты в большем масштабе. Например, в карту области может быть врезана небольшая карта, изображающая ее центр или какой-либо район с большей детальностью.
- *Текст и аннотации* дают вводную информацию или пояснения, которые должны быть лаконичными и точными.
- *Дополнительные графические элементы* могут быть представлены гистограммой, показывающей статисти-

стическое распределение переменной или логотип организации, выпустившей карту.

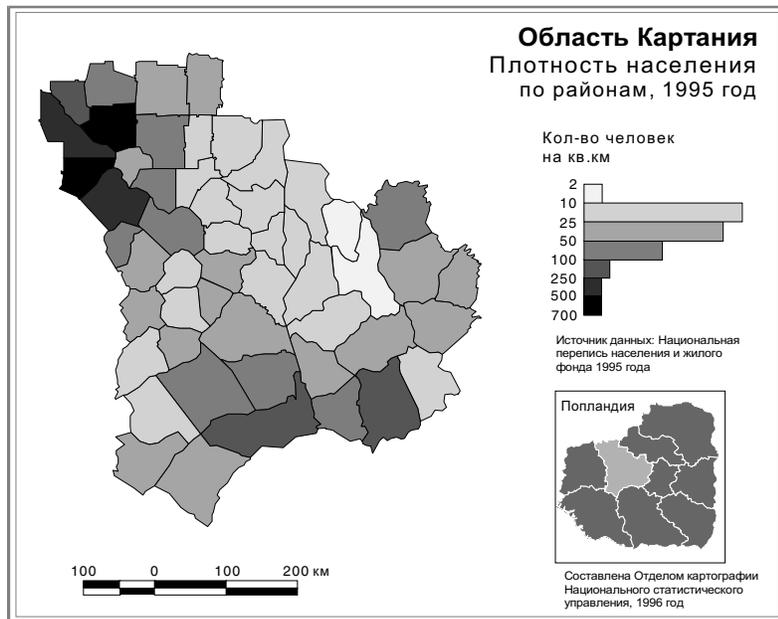
На рисунках A.V.2 и A.V.3 приведены два примера, содержащих многие из перечисленных элементов тематических карт. На рисунке A.V.2 представлена карта административных единиц первого уровня вымышленной страны Попландия. На карту нанесена сетка параллелей и меридианов, обеспечивающая привязку к координатам. Для справочных целей нанесены столица государства, центры административных областей и крупнейшие реки. Все объекты снабжены необходимыми подписями, причем для каждого типа объекта выбран отдельный шрифт. На нижнем поле карты показаны масштабная линейка, легенда, поясняющая типы тематических объектов, показанных на карте, и источник карты. Если статистический орган имеет логотип, он также может быть изображен на каждой карте. Стрелка, указывающая на север, опущена по двум причинам. Во-первых, карта имеет общепринятую ориентацию и направление меридианов ясно показывает, что север расположен в верхней части карты. Во-вторых, в картографической проекции, выбранной для данной карты, меридианы сходятся к северу. Это означает, что направление на север в разных частях карты будет заметно различаться.

На тематической карте на рисунке A.V.3 показана плотность населения в одной из областей Попландии. Карта такого типа может прилагаться к таблицам, содержащим характеристики населения области, опубликованные в отчете о переписи. Дизайн карты достаточно прост. В названии карты прочитывается ее тема, а в подзаголовке указана изображенная на ней территория. Вместо традиционной легенды, в которой цвета даны в равных прямоугольниках, легенда данной карты демонстрирует категории плотности населения в виде гистограммы. Таким образом, она выполняет функции обычной гистограммы, то есть связывает значения признака и цвета карты, но одновременно представляет информацию о частотном распределении значений плотности по районам. Для более сложных карт, состоящих из большего числа территорий, можно добавить точное количество районов, попадающих в каждую категорию. В данном случае это не было сделано с целью сохранить простоту и наглядность карты. Ниже легенды и ссылки на источник информации приведена справочная карта, показывающая положение области Картания на территории страны. Обычно нет необходимости помещать на справочной карте название страны, поскольку для читателей форма страны обычно легко узнаваема.

Рисунок А.V.2. Пример карты административных единиц и основных населенных пунктов



Рисунок А.V.3. Пример тематической карты плотности населения



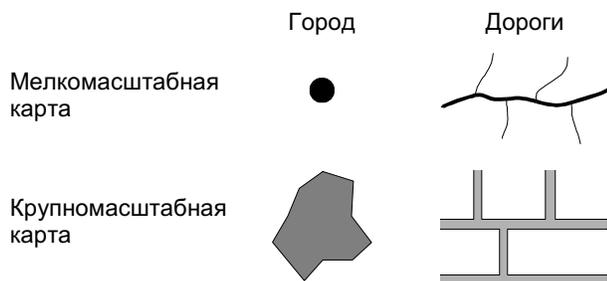
2. Уровни измерения и графические переменные

а) Пространственные измерения

Тематические карты не просто отображают положение объекта, они также представляют некоторую информацию об этом объекте — значение некоторой переменной в каждой точке. Таким образом, тематическая карта состоит из географических элементов и некоторых атрибутов, связанных с этими элементами. Это означает, что при создании тематической карты мы должны учитывать пространственные размеры географических объектов и представлять себе уровень измерений переменных. Оба этих фактора определяют картографические средства, которые могут использоваться при построении карты для того, чтобы сделать ее наглядной, легко интерпретируемой и точной.

Географические объекты в базах данных ГИС представлены геометрически просто: точками, линиями и областями. Другие категории, хотя и реже используемые в картографии, вводят трех- и четырехмерные характеристики: объем и пространство–время. Какой из геометрических фигур или знаков используется для изображения реальных объектов, зависит, в частности, от пространственного масштаба карты или набора данных. Например, деревня или город могут изображаться в виде некоторой площади на крупномасштабной карте, но будут представлены точкой на картах более мелкого масштаба, соответствующих уровню области или страны (см. рис. А.V.4). Дорога может изображаться линией на карте области и двойной линией, то есть площадным объектом, на карте города.

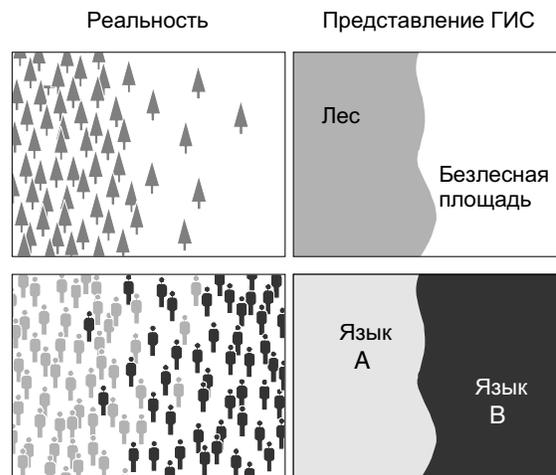
Рисунок А.V.4. Влияние генерализации на представление пространственных объектов



Важно иметь в виду, что границы и площадные объекты не всегда выглядят так четко, как они изображены в дискретном представлении карты или в базе данных ГИС. Для представления в компьютерной базе данных сложные объекты реального мира часто требуют генерализации, упрощения или схематизации, ведь

многие объекты реального мира не имеют четко выраженных границ, например переходная зона между лесом и безлесной площадью. Если лес представляется площадным объектом (а не совокупностью точек, изображающих отдельные деревья), неизбежна потеря части информации (см. рис. А.V.5).

Рисунок А.V.5. Сложность объектов реального мира иногда требует упрощения для представления в ГИС



В социально-экономической сфере нечетко определенные границы встречаются в распределениях этнических или языковых групп. Несмотря на то что области распространения таких групп могут быть весьма определенными, на окраинах таких областей вероятно существование зон, в которых проживают представители обеих этнических или языковых групп. Иногда для обозначения таких нечетких границ картографы используют пунктир, однако это не снимает проблему, где эту границу следует провести на карте.

б) Уровни измерений

Еще один важный вопрос состоит в том, как измеряется величина, которую необходимо отразить на карте. Здесь важно различать категориальную и числовую информации (см. рис. А.V.6). В свою очередь, категориальные данные можно подразделить на именные и порядковые. Именные или качественные данные просто указывают на тип объекта, однако в множестве категорий не существует естественного упорядочения. Примером служат типы домов, например каменные или деревянные. В противоположность этому, порядковые данные предполагают упорядочение категорий, хотя нам неизвестно, каковы интервалы между различными категориями. Например, по данным опроса мы можем

Рисунок А.V.6. Измерение переменных

выделить домохозяйства с низким, средним и высоким уровнем жизни. Однако нам неизвестно, можно ли считать, что различие между низким и средним уровнем равно различию между средним и высоким.

Если разницу между категориями можно выразить количественно, мы имеем числовые данные. Дискретные данные — это результат счета, например число спален в каждом домохозяйстве или общая численность населения. Непрерывные или рациональные числа могут принимать любые значения и, следовательно, могут быть измерены с высокой точностью. Среди данных переписи непрерывными переменными обычно выражаются признаки, рассчитанные для агрегированных счетных единиц, например плотность населения, доля населения, имеющего доступ к безопасной питьевой воде, или общие темпы рождаемости.

с) Графические переменные

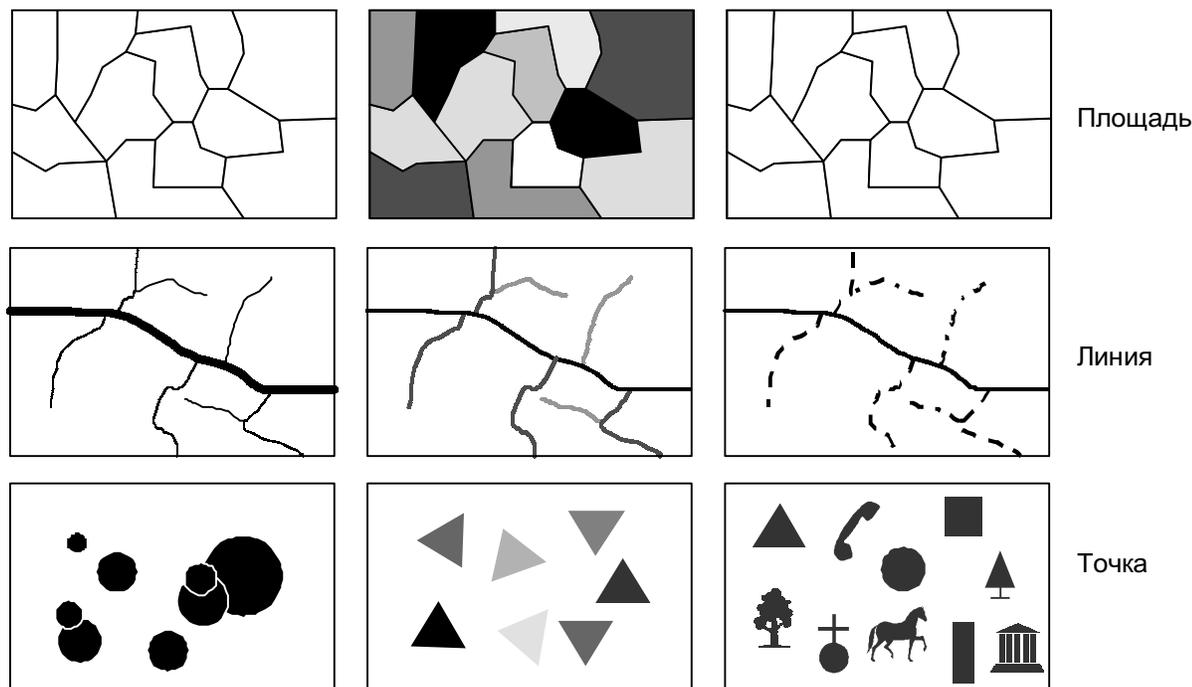
На тематических картах графические символы указывают пользователю на разницу между значениями или категориями географических объектов. Принципы применения символов, применяемые в картографии, близки к принципам, разработанным Bertin для графического дизайна (Bertin, 1983; см. также MacEachren, 1995). Bertin различает следующие графические переменные:

- Размер указывает на порядковые или числовые различия. Размер наиболее важен для точечных или линейных объектов, например можно указывать размеры городов, используя кружки разных размеров, или обозначать интенсивность миграции между регионами с использованием линий и стрелок различной толщины.

- Ориентация может использоваться при штриховке площадных объектов. Символы, изображающие точечные геометрические объекты, также можно показывать с различной ориентацией. Ориентация не связана с какими-либо различиями в значении переменной и поэтому удобна при отображении именных данных.
- Текстура характеризует плотность фиксированного узора, которая может меняться от области к области. С ее помощью можно отображать порядковые или числовые различия. Этот прием может оказаться полезным, если устройства вывода не позволяют печатать цвета или оттенки серого. Текстуры полезны также при выводе многослойной информации, когда две переменные выносятся на одну и ту же площадь. Однако на таких картах трудно сохранить наглядность, поэтому они наиболее полезны в приложениях исследовательского характера.
- Форма наиболее важна для точечных объектов. Наборы шрифтов и символов в коммерческих ГИС и картографических системах для настольных компьютеров содержат большое число наглядных символов. В картографии наиболее известны символы, представляющие общественные здания, например культовые или медицинские учреждения.
- Цвет может быть полезен при отображении числовых и в некоторой степени порядковых различий. Выбор цвета принадлежит к числу наиболее важных проблем картографического дизайна и в связи с этим подробно обсуждается ниже.

Каждое из этих средств, в принципе, применимо к любому типу географических объектов, то есть к точкам, линиям и площадям. Однако в большинстве случаев для различных типов объектов используется лишь ограниченное подмножество графических переменных. Некоторые характерные примеры приведены на рисунке А.V.7. При построении тематической карты графические переменные выбираются так, чтобы соответствовать типу измерений, характеризующих картируемый признак. Например, размер и цвет наиболее важны для представления числовых характеристик. Форма символов для точечных объектов или текстуры площадных объектов позволяют отображать различные именные значения.

Рисунок А.V.7. Графические характеристики многоугольников, линий и точек



3. Типы тематических карт

а) Картирование дискретных объектов

Данные переписи, подготовленные к распространению, представляют собой числа, агрегированные по отчетным территориям, например по районам или счетным участкам. Такие данные удобнее всего картографировать с использованием хороплетных карт. Термин *хороплет* образован из греческих слов *choros* (место) и *pleth* (величина). Хороплетная карта отображает данные по дискретным отчетным территориям, которые обычно устанавливаются независимо от реального пространственного распределения данных (например, проводятся по административным границам). Обозначение, в данном случае цвет или символ, используемое для того, чтобы характеризовать каждую отчетную территорию, определяется значением соответствующего признака. Хороплетные карты отличаются от так называемых *карт площадного типа*, на которых отчетные территории определяются данными. Например, на карте, отображающей лесной покров, отчетные участки определяются границами между залесенными и безлесными территориями.

Пример хороплетной карты показан на рисунке А.V.3. Построение хороплетной карты начинается с разделения всего диапазона значений данных для от-

четных участков на несколько категорий. Каждой категории присваивается определенный цвет или оттенок серого. Поскольку данные переписи упорядочены естественным образом, выбор цвета или оттенков должен производиться в логичной последовательности, например от светлых оттенков к темным или от крупного узора к мелкому. Цель состоит в том, чтобы дать пользователю интуитивное представление о величине признака в каждом отчетном участке. Известно множество различных способов выбора символов для оформления хороплетной карты. Выбор зависит от типа переменной, диапазона изменений значений, а также от материала, на котором будет представлена результирующая карта. Выбор символов — важнейшая процедура, поэтому он будет подробно рассмотрен в следующем разделе.

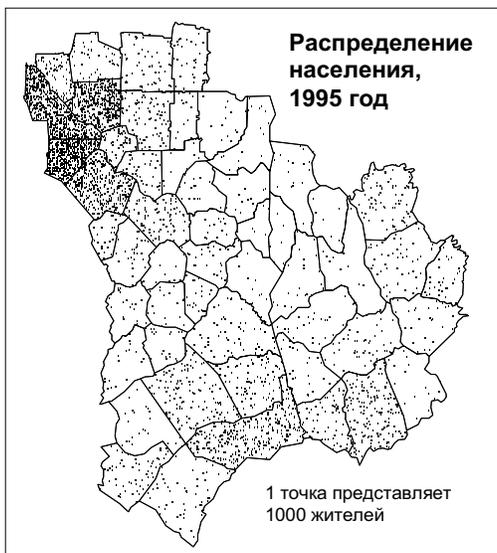
Хороплетные карты удобны для отображения распределений значений признаков по всей площади карты и для сравнения распределений на различных картах. В таких случаях невозможно получить точное значение для отдельного отчетного участка, поскольку цвета или оттенки отражают только диапазоны значений признака. С точной информацией удобнее работать, используя таблицы данных или интерактивные запросы к ГИС.

Величины, которые используются при построении хороплетных карт, почти всегда представляют собой

некие отношения. Это могут быть географические отношения, в которых значения признака, например численность населения, делятся на площадь для расчета плотности населения. Используются также общие отношения, в знаменателе которых находится не площадь, как, например, при оценке средней рождаемости в виде числа рождений на 1000 жителей. В большинстве случаев при картировании социально-экономических переменных отчетные участки имеют неодинаковые размеры. Например, районы и области часто существенно отличаются как по размерам, так и по численности населения. Если мы будем картировать счетную величину, например общую численность населения, крупнейшие районы будут закрашены в самый темный цвет, даже если население в них по сравнению с их размерами невелико. Следовательно, хороплетные карты не могут быть применены для картирования абсолютных характеристик.

Альтернативой для отображения счетных данных являются *точечные карты*. Точечные карты впервые были применены в 1830 году во Франции для картирования распределения населения страны. На точечных картах один символ представляет одну или несколько единиц картируемой переменной. Например, каждая точка может представлять 1000 человек или домохозяйств. Значение переменной при этом представляется меняющейся плотностью точек в пределах отчетного участка. На рисунке А.V.8 представлен пример точечной карты, отражающей распределение населения.

Рисунок А.V.8. Карта на основе плотности точек



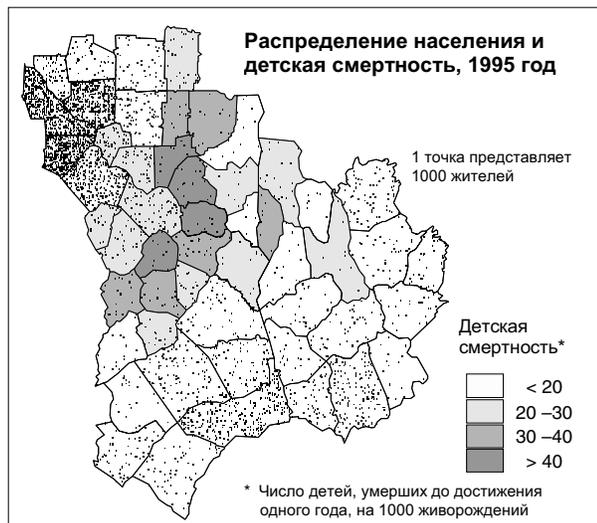
Известны два подхода к размещению точек. Картограф может выбирать положение каждой точки исходя из сведений об истинном распределении населения в каждом районе. Например, внутри и вокруг городских территорий будет размещено больше точек, чем в менее населенных сельских районах. В некоторых приложениях плотность точек в каждом отчетном участке определяется с помощью карт землепользования или покрова. Возможно также применение виртуальных масок, при котором в местах, где заведомо нет населения (водоемы, очень густые леса, заповедники), точки не ставятся.

Альтернативный вариант состоит в том, чтобы ставить точки случайно в пределах каждого района. В этом случае плотность точек отражает среднее значение плотности. ГИС и настольные картографические системы, поддерживающие функции картирования с использованием точек, обычно размещают точки случайным образом. Для пользователя возможности выбора ограничены лишь размером и видом символа, изображающего точки. Вид символа можно выбрать так, чтобы он отражал суть картируемой переменной, однако наиболее легко читаемые карты получаются при использовании простых точек.

Специализированные программы, разработанные в некоторых университетах, позволяют размещать точки с использованием данных из других слоев, однако эти программы еще не включены в коммерческие пакеты, а ручное размещение точек с учетом известных сведений о распределении переменной, разумеется, довольно утомительно.

Точечные карты представляют собой весьма эффективный способ представления данных о плотности, при условии, что размещение точек соответствует истинному географическому распределению картируемой переменной или что распределение в пределах каждого отчетного участка практически однородно. Существенным преимуществом этого метода является хорошая воспроизводимость при фотокопировании или печати, поскольку получаемые карты строго черно-белые. Карты на основе плотности точек можно использовать в сочетании с хороплетными картами для отображения двух переменных одновременно, например карта на рисунке А.V.9 указывает на отсутствие связи между высокой плотностью населения и высокой детской смертностью. В этом случае плотность точек не должна быть слишком высокой, для того чтобы были видны цвета или оттенки находящихся под точками районов.

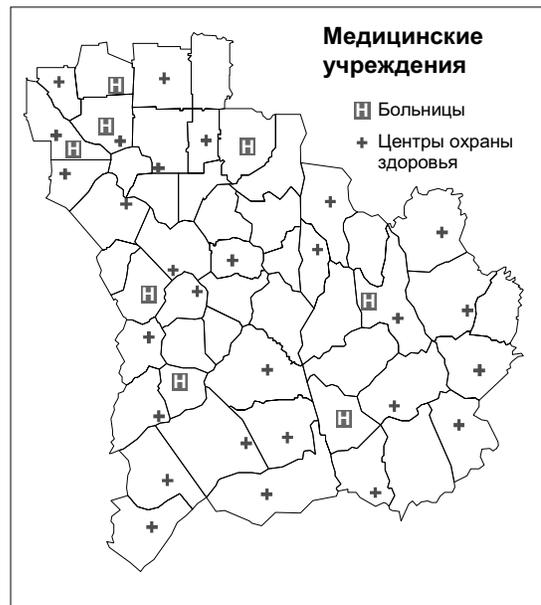
Рисунок А.V.9. Сочетание точечной и хороплетной карт



b) Именные точечные данные

Простейший пример точечной карты — это карта, на которой каждая точка представляет один дискретный элемент, например ферму или больницу. Такие именные точечные данные представляют классы объектов, а не количество или размер. На простых точечных символических картах положение точки точно отражает положение объекта. Размер, цвет или значок могут соответствовать различным типам объектов, например позволяют отличать центры охраны здоровья от больниц, как показано на рисунке А.V.10. Для изображения точечных объектов разных типов можно использовать простые геометрические фигуры, например кружки, квадраты или треугольники. С другой стороны, ГИС и настольные картографические пакеты дают пользователю возможность выбрать символ, соответствующий типу картируемого объекта. Например, карта на рисунке А.V.10 представляет распределение двух типов медицинских объектов, отмеченных легко интерпретируемыми символами. Используемые символы обычно представляют собой знаки текстовых шрифтов или битовые изображения. Большинство пакетов имеют собственные наборы символов, содержащие значительное количество картографических символов, упорядоченных по темам, например транспорт, коммунальные предприятия или сооружения. Некоторые системы предоставляют пользователю возможность импортировать собственные символы, заданные в битовом формате.

Рисунок А.V.10. Картирование дискретных точечных объектов

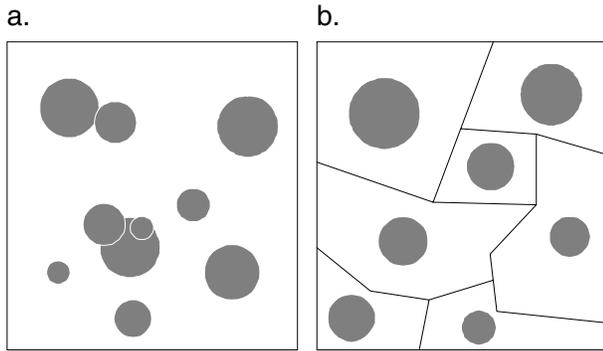


c) Пропорциональные значки для точечных объектов

Значки позволяют выносить на карту количественные характеристики для отдельных точечных объектов. Например, на одном из распространенных видов карт переписи положение и размер крупных городов представляются с помощью кругов или квадратов, размеры которых пропорциональны отображаемой количественной характеристике. Такие карты называются картами с пропорциональными или масштабированными значками. Карты с масштабированными значками позволяют отобразить абсолютную величину переменной, однако менее удобны для отображения относительных величин, таких, как плотность или отношение.

Известны два вида карт с масштабированными значками. В первом случае данные связываются с точечным объектом, например городом или домохозяйством. При этом положение значка на карте соответствует положению объекта (см. рис. А.V.11 а). Во втором случае значки отображают свойства площадных объектов, например районов. При этом в пределах каждой отображаемой области необходимо выбрать подходящее место для размещения значка (см. рис. А.V.11 б). Заметим, что в большинстве систем каждый значок окружен небольшим ореолом, для того чтобы отделить очень близкие значки. Система начинает вывод на карту с самых больших значков, чтобы предотвратить экранирование более мелких.

Рисунок А.V.11. Пропорциональные значки для точечных и площадных объектов

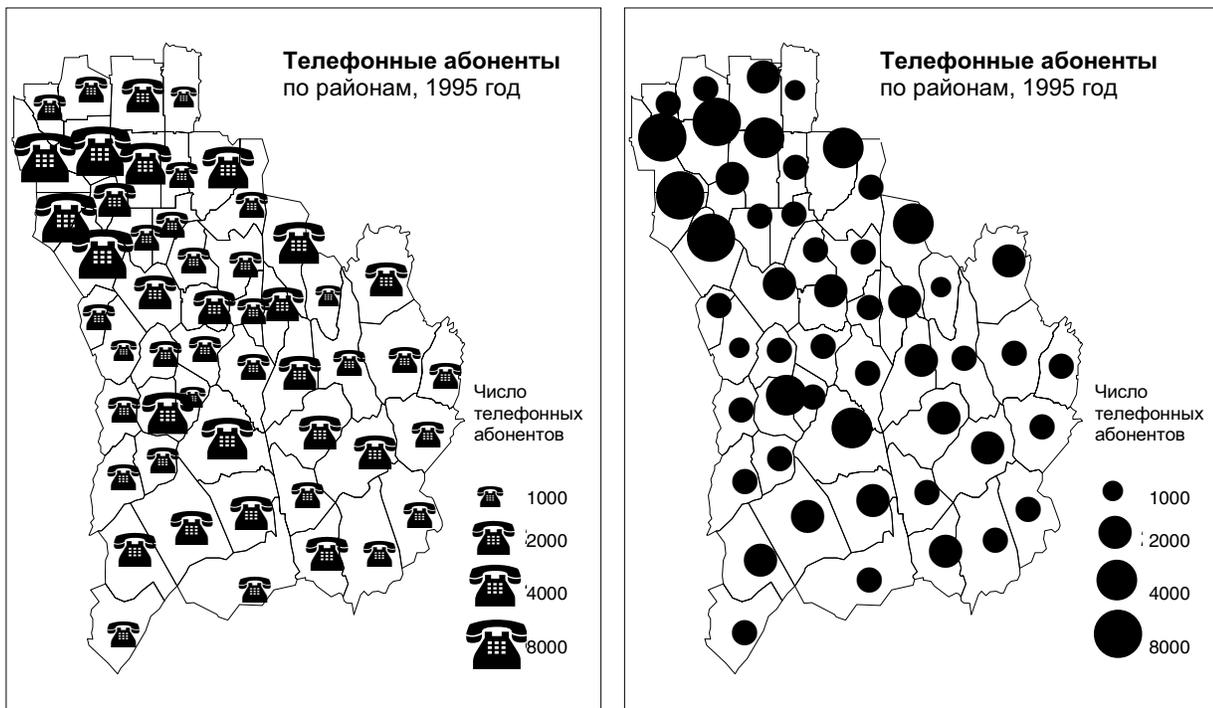


Как и ранее, компьютерные картографические пакеты позволяют выбирать значки, отражающие тему карты. Такие символические значки делают карту более наглядной и живой. Однако слишком сложные значки могут отвлечь внимание пользователя от основной информации, которая должна передаваться картой, — относительных значений переменной в различных

регионах. Сравните два варианта карты на рисунке А.V.12, на которой показано число телефонных абонентов. Несмотря на то что значок телефона достаточно прост, оценить величину переменной на левой карте труднее, чем на правой. Картограф должен найти компромисс между информативностью и интерпретируемостью карты, с одной стороны, и достаточно привлекательным ее видом — с другой. В большинстве случаев лучшие результаты достигаются при использовании простых символов, которые не отвлекают внимание читателя от относительных величин изучаемых признаков.

Пропорциональные символы позволяют также одновременно отобразить два признака. Например, размер кружка может указать на количество домохозяйств в отображаемой области, а цвет или оттенок серого — на процент домохозяйств, имеющих телефон. Однако мы хотим еще раз предостеречь картографа от чрезмерной перегруженности карты данными. Если отображаемых областей очень много или их размеры очень малы, может оказаться удобным показать эти два признака на разных картах.

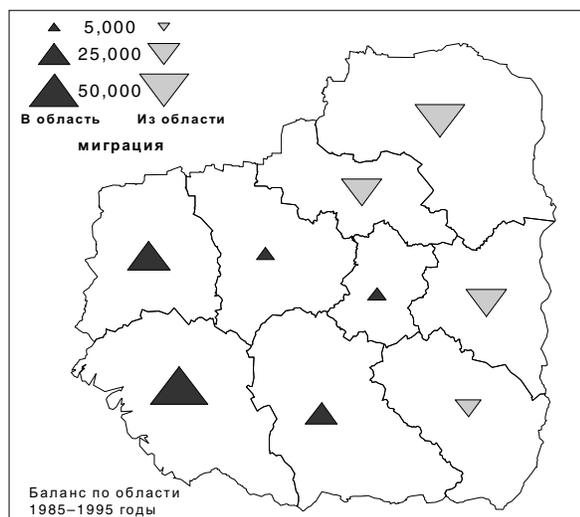
Рисунок А.V.12. Сравнение пиктограмм с простыми графическими значками



Кроме кругов в качестве геометрических значков часто используются квадраты и треугольники. Изменяя ориентацию треугольников, мы можем указывать величину переменной, имеющей знак или связанной с одним

из двух направлений, например, число мигрантов, въезжающих и выезжающих из данной отображаемой области (см. рис. А.V.13). Использование цвета или оттенков серого делает интерпретацию карты еще более легкой.

Рисунок А.V.13. Использование простых графических значков для отображения интенсивности и направления потоков



К картам с масштабированными символами близки карты, в которых различия между значениями выражаются количеством одинаковых символов, изображенных в каждой географической единице. Например, общую численность населения можно представить так, как это сделано на рисунке А.V.14. Этот тип карт достаточно распространен в тематическом картировании. Однако, как и в случае с символическими значками, такие карты легко могут оказаться перегруженными и трудноинтерпретируемыми. Величину различных признаков лучше передавать пропорциональными значками.

Рисунок А.V.14. Изображение значений признака с помощью различного числа одинаковых значков

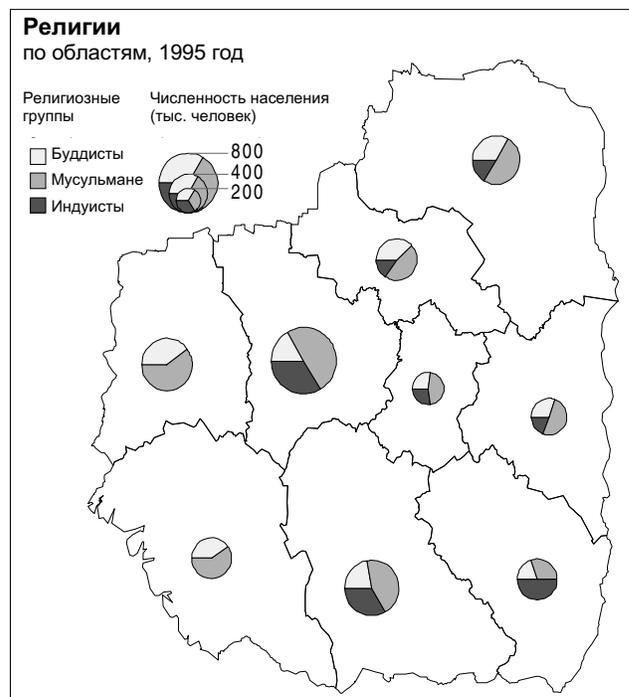


d) Картодиаграммы

Карты, отображающие статистическую информацию в виде графиков или диаграмм, помещенных в географические области, приобрели большую популярность благодаря наличию соответствующих функций в пакетах ГИС и настольных картографических системах. Как и многие рассмотренные выше типы карт, картодиаграммы легко перегружаются информацией. К сожалению, среди опубликованных материалов часто встречаются карты, из которых трудно или даже невозможно извлечь полезную информацию.

В наиболее популярных картодиаграммах используются круговые и разновидности столбчатых диаграмм. Диаграммы часто масштабированы так, что размер каждой круговой диаграммы, например, отражает величину знаменателя. На рисунке А.V.15 представлен пример карты географического распределения доли основных религиозных групп. Размеры кругов отражают общую численность населения. При этом в легенде необходимо отразить два вида информации: цвет, соответствующий каждой религиозной группе, и численность населения, соответствующую каждому размеру круга.

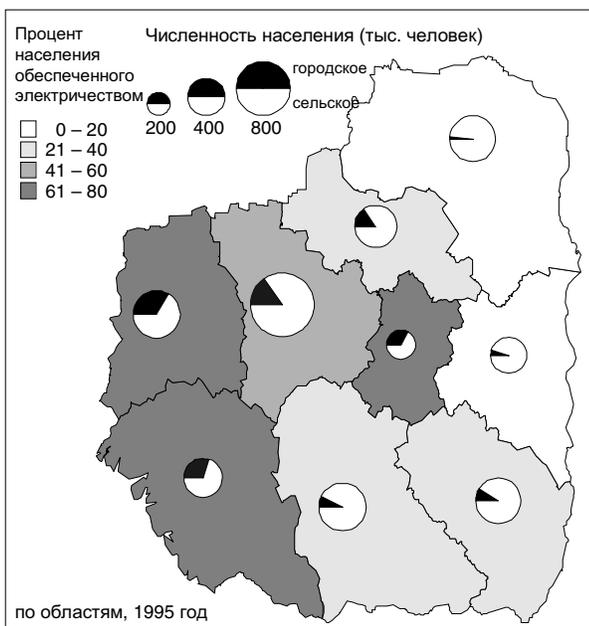
Рисунке А.V.15. Картограмма с круговыми диаграммами



Картодиаграммы удобнее всего применять при сравнительно малом количестве географических наблюдений и очень небольшом числе представленных групп.

Например, карта, использующая круговые диаграммы и позволяющая отразить только два признака, может быть очень полезна в комбинации с простой хороплетной картой для одновременного отображения нескольких переменных (см. рис. А.V.16): пространственное распределение различных уровней обеспеченности электричеством, общей численности населения в каждой области и соотношение численности сельского и городского населения. Как видно, на этой карте есть указание на то, что в областях с высокой долей городского населения обеспеченность электричеством выше. Хорошо продуманная карта, не перегруженная значками, цветом и оттенками, обеспечивает многовариантный анализ нескольких признаков. Однако карты с использованием круговых диаграмм и другие картограммы легко сделать трудными для интерпретации, поэтому их использование следует ограничить случаями, когда карта как сообщение не окажется перегруженной слишком большим количеством значков и категорий.

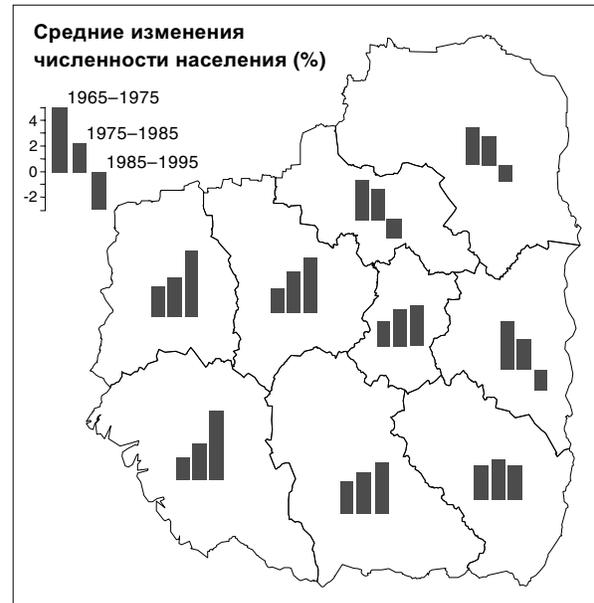
Рисунок А.V.16. Хороплетная карта с использованием круговых диаграмм



Еще одной задачей, решаемой с помощью картограмм, является отражение изменений во времени. Карта на рисунке А.V.17 показывает среднее процентное изменение численности населения в каждой области в промежутках между последними тремя переписями. Столбчатые диаграммы очень просты и не требуют

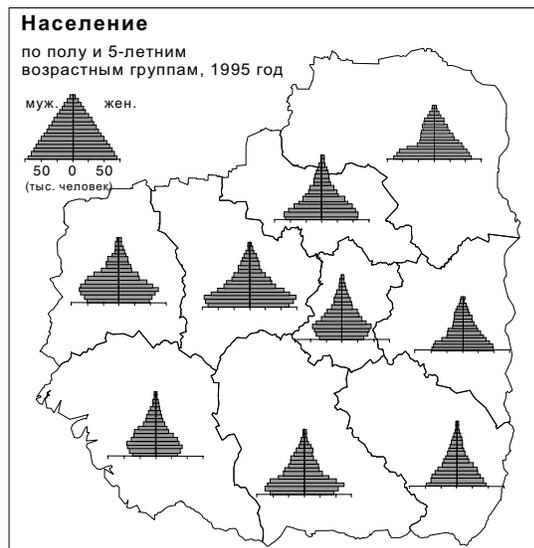
рамки или горизонтальных линий отсчета, поскольку и так очевидно, какой из столбцов представляет прирост, а какой — уменьшение населения. Как и прежде, основное, что мы хотим донести до пользователя, — это относительные изменения во времени, а не точные значения, которые лучше представляются таблицей.

Рисунок А.V.17. Карта, отражающая изменения во времени с использованием гистограмм



К диаграммам, особенно полезным для представления данных переписи, относятся пирамиды. В сочетании с базовой картой отображаемых областей пирамиды можно использовать для отражения различий в возрастном распределении и соотношении между мужчинами и женщинами по районам страны (см. рис. А.V.18). Пирамиды представляют собой очень сложный вид диаграмм. И применять их имеет смысл только при сравнительно небольшом количестве регионов на карте. Обычно это означает, что в атласах данных переписи они будут использоваться только на первом субнациональном уровне. Трудность их применения состоит в том, что коммерческие пакеты ГИС и настольных картографических систем не позволяют автоматически строить диаграммы этого типа. Поэтому их необходимо создавать с использованием внешних программ, например электронных таблиц, и включать в карту с использованием графических пакетов или модуля вывода настольной картографической программы.

Рисунок А.V.18. Комбинация карты с пирамидами населения



Пирамиды численности населения, построенные для нескольких районов, имеют смысл, если по ним можно проследить какие-то изменения. Если распределения по возрасту или полу практически одинаковы во всей стране, результирующая карта не даст никакого материала для анализа. Из данных рисунка А.V.18 видно, что в юго-восточных областях в течение последних 15 лет имел место спад рождаемости, в то время как в северных областях такого спада не было. Далее, в областях на северо-востоке наблюдается смещенное соотношение между мужчинами и женщинами. В возрастных группах экономически активного населения женщин больше, чем мужчин. Ситуация на юго-западе, по-видимому, противоположная.

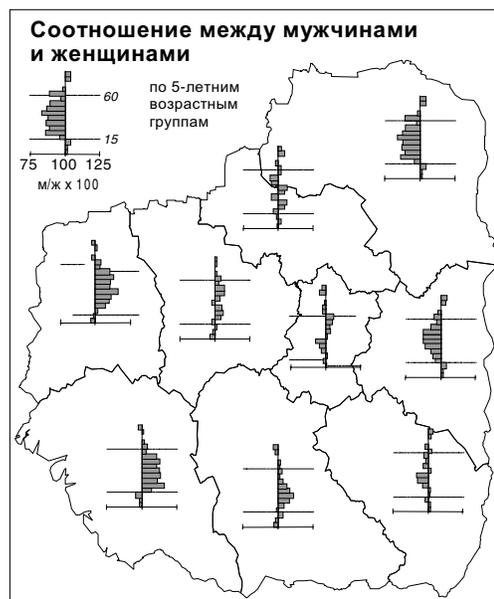
Соотношение между мужчинами и женщинами можно показать с использованием другого типа столбчатых диаграмм, показанных на рисунке А.V.19. Эти диаграммы показывают избыток или недостаток мужчин и женщин в каждой области. Тенденции, заметные на карте с пирамидами населения, на этой карте выражены гораздо более четко. Однако эта карта довольно сложна и не очень привлекательна на вид. Еще один вариант изображения соотношения между мужчинами и женщинами обсуждается в конце данного приложения.

е) Карты потоков

Миграция — это демографический признак, отражающий перемещение людей из одной части страны в другую (внутренняя миграция) или между страной и остальным миром (международная миграция). Миграцию можно отражать на карте несколькими способами. Темпы миграции можно показать на хороплетной карте в виде темпов иммиграции, эмиграции или баланса ми-

грации. Объем иммиграции или эмиграции можно отразить на карте с использованием масштабированных символов (см. выше рис. А.V.13). Кроме того, при наличии полной информации о миграции можно использовать карты потоков, иногда называемые картами линий потоков. Эти карты позволяют отразить несколько аспектов миграции: пути и направления потоков миграции (внутри–наружу) показаны стрелками, а величина потоков — изменением толщины этих стрелок.

Рисунок А.V.19. Изображение соотношения между мужчинами и женщинами на карте



Сложность карт миграции может очень быстро нарастать. Даже на нашей модельной карте, содержащей только девять отображаемых областей, возможны 72 различных потока, не считая международной и внутри-областной миграции. Поэтому полные карты потоков, отражающие все пути миграции в пределах страны или региона, изготавливаются редко. Существует несколько других вариантов. Один из них — игнорировать наименьшие миграционные потоки, вынося на карту лишь наибольшие и самые важные. Другая возможность состоит в том, чтобы создавать отдельные карты для каждой области, показывая на них только потоки миграции или иммиграции для данной области (см. рис. А.V.20). Для наших модельных областей это будет означать создание девяти пар карт. Однако даже такие простейшие карты могут оказаться перегруженными. Часто картографу приходится соединять удаленные друг от друга области змееподобными стрелками, извивающимися вокруг карты.

В картах потоков, использующих стрелки, визуальное восприятие связано главным образом с длиной и

толщиной стрелок. Более длинная и тонкая стрелка может выглядеть более значимой, чем короткая и толстая, если последняя имеет меньшую площадь. Хотя в некоторых случаях картограф может использовать это свойство, чтобы подчеркнуть какой-либо интересный миграционный поток из удаленного региона, читатель часто будет сталкиваться с трудностями при оценке действи-

тельной величины потоков, представленных стрелками разной длины. Если главная цель состоит в указании абсолютных уровней миграции из каждого района, более удобно применить другие способы. Например, вместо стрелок можно воспользоваться масштабированными значками, отображающими величину входных или выходных миграционных потоков (см. рис. А.V.20).

Рисунок А.V. 20. Другие способы представления потоков между регионами

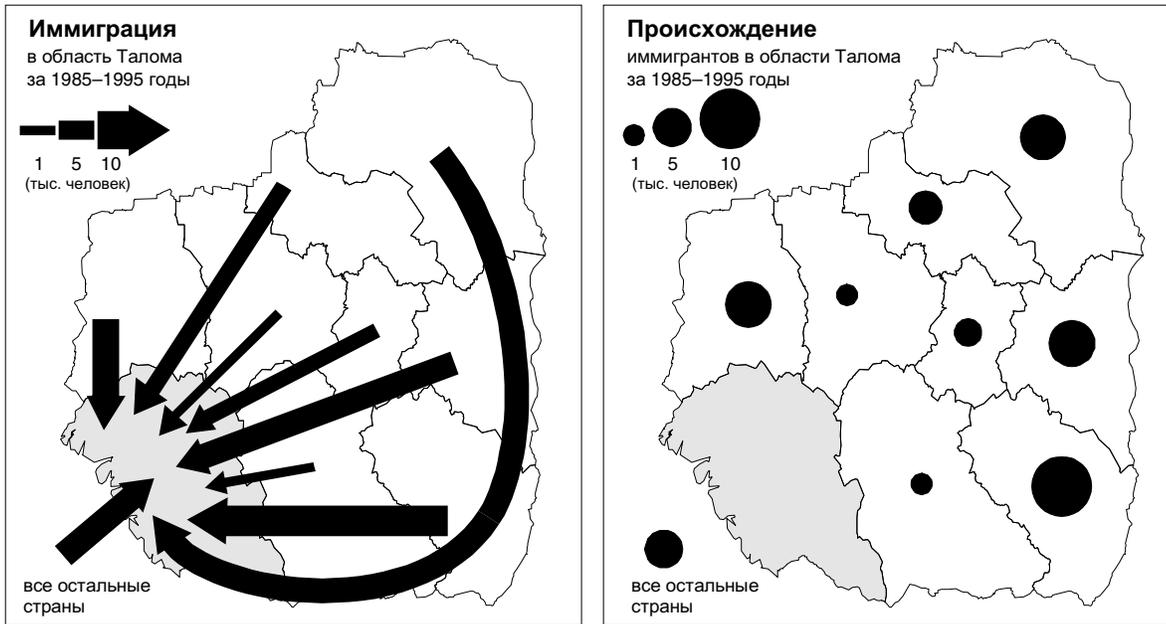
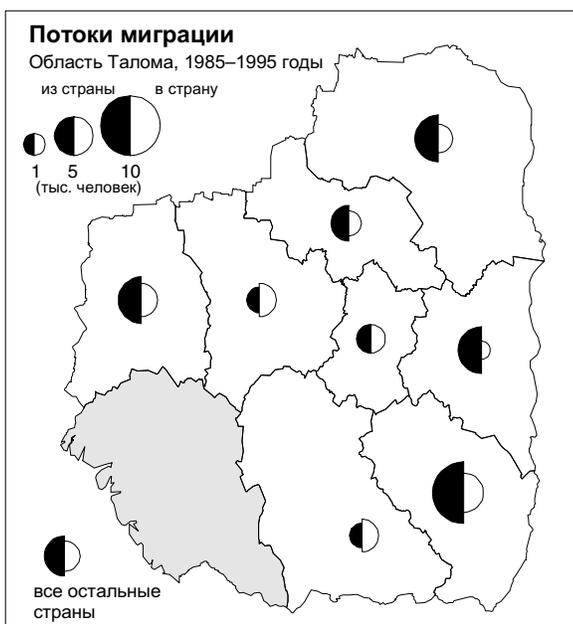


Рисунок А.V.21. Отражение в страну и из страны



Использование специальных масштабированных значков позволяет показать как иммиграцию, так и эмиграцию для данной области. На рисунке А.V.21 полукруги различного цвета или оттенка серого использованы для раздельного представления этих двух видов миграции.

f) Картирование непрерывных явлений

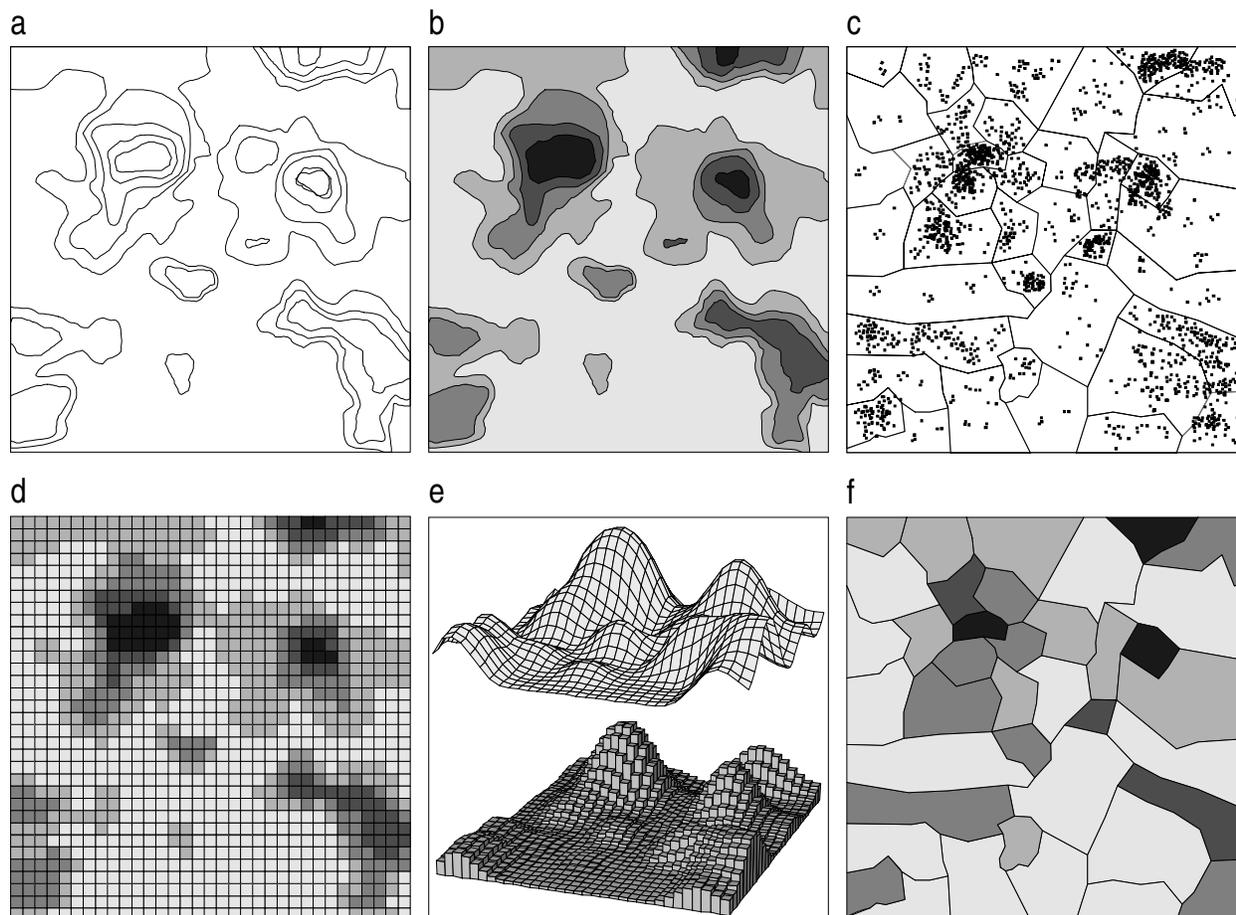
Виды карт, рассмотренные в предыдущих разделах, используются для отображения данных, связанных с дискретными географическими объектами, например точечными или площадными. Однако существуют и непрерывные географические характеристики. Примеры таких характеристик — температура и высота над уровнем моря, которые плавно меняются в пространстве. Плотность населения также можно рассматривать как более или менее непрерывно меняющуюся характеристику. Отображаемые области выбираются относительно произвольно, и суммарные значения, рассчитанные для них, маскируют пространственное распределение в пределах каждой области. В связи с этим в атласах переписи

и во все более возрастающей степени в наборах данных ГИС плотность населения и ее распределение представляются как непрерывные величины.

Истинную непрерывность трудно отобразить на бумажной карте или в компьютерной базе данных. Даже

если бы мы могли теоретически рассчитать отдельное значение для каждой точки на территории страны, нам пришлось бы прибегнуть к какому-либо способу дискретизации данных для отображения их на карте. Некоторые возможные варианты показаны на рисунке А.V.22.

Рисунок А.V.22. Различные методы представления непрерывных данных на карте



Наиболее распространенными средствами отображения непрерывных данных являются изолинии или регулярные растровые решетки. Изолинии (от греческого «изо», означающего равный) — это линии равных значений (рис. А.V.22 а). На топографических картах они используются для отображения абсолютной отметки. На картах изолиний также можно использовать раскраску, что делает их похожими на хороплетные карты (рис. А.V.22 б). Цвета отражают значения в пределах интервала между значениями изолиний. Точечные карты также позволяют достоверно отразить распределение населения или другой аналогичный признак. Как указано выше, большинство пакетов ГИС при построении точечных карт используют случайное размещение точек в пределах каждой отображаемой области. В

этом случае мы не приобретаем никакой дополнительной информации по сравнению с хороплетной картой. Однако, если расположить точки в соответствии с дополнительной информацией, например о покрове или о расположении деревень, можно получить более непрерывное отображение распределения признака (рис. А.V.22 с).

При моделировании и анализе с использованием ГИС данные обычно хранятся в виде регулярной растровой решетки (рис. А.V.22 d). Размеры ячеек выбираются так, чтобы сохранить изменчивость характеристики, однако слишком мелкие решетки приводят к созданию очень больших файлов. Наконец, компьютерные картографические и графические пакеты предоставляют различные возможности изображения непрерывно меняю-

щихся признаков с помощью поверхности. На рисунке A.V.22 e показаны модель проволочной решетки и двухмерная столбчатая диаграмма. Эти приемы очень удобны для отображения топографической информации на основе цифровых моделей высотной отметки. Иногда такие карты обеспечивают хорошее отображение распределения населения. На этих картах возвышенности и пики соответствуют зонам с очень высокой плотностью населения, а долины указывают на зоны с низкой плотностью. Однако в случае с населением и другой социально-экономической информацией часто оказывается трудно оценить истинное пространственное распределение по виду поверхности. Мы способны интуитивно интерпретировать данные о высоте земной поверхности, однако оказывается гораздо труднее быстро соотнести высоту поверхности, отображающей другие переменные, с их значениями. В связи с этим самыми удобными оказываются более традиционные приемы картирования. Для сравнения: на рисунке A.V.22 f представлена хороплетная карта, где отображаемые области не определяются распределением данных.

С. КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ

В предыдущих разделах рассматривались средства, которые картограф может использовать для отображения тематической информации на картах. Дизайнер карты должен выбрать графические переменные и типы тематических карт, наиболее удобные для отображения признаков. В некоторых случаях можно установить взаимно-однозначное соответствие между типами значков и переменных. Такая ситуация возникает, например, когда небольшое число именных категорий представляется на карте значками одинакового размера, но разной формы. Однако даже в случае категорийных данных часто требуется представить несколько признаков, имеющих близкие значения, одним и тем же графическим символом. Например, односемейные и многосемейные домохозяйства могут отображаться одним и тем же точечным символом. Числовая переменная может быть связана со значком определенного размера или с цветом только после категоризации (деления на классы).

Процесс, при котором наблюдения с близкими значениями объединяются для отображения одним и тем же значком, называется классификацией. Этот процесс близок к методам классификации в статистике, при которых значения группируются в категории так, чтобы минимизировать дисперсию наблюдений внутри категорий и максимизировать дисперсию между различными категориями. В компьютерных картографических пакетах предусмотрена возможность присваивать по умолчанию значки значениям или интервалам значе-

ний. Значения, выбранные по умолчанию, могут оказаться удачными или неудачными для отображаемой переменной, и чаще они оказываются неудачными. Автоматизированные средства классификации часто приводят к созданию небезупречной, а иногда и дезориентирующей карты. В связи с этим в следующих разделах мы более подробно рассмотрим некоторые варианты классификации.

Классы числовых данных обычно представляют собой соприкасающиеся интервалы значений. Количество классов определяется несколькими факторами: распределением данных (то есть изменчивостью значений в пределах множества данных), выбранной точностью представления данных, а также, что не менее важно, способностью устройств вывода показывать оттенки цвета и небольшие различия в текстуре. Увеличение количества классов не обязательно приводит к улучшению тематической карты, поскольку при этом пользователю становится труднее различать классы. Гораздо важнее выбрать границы классов, которые точно отражают изменения признака.

Выбор процедуры классификации зависит от распределения величины переменной. Метод, который дает точную и наглядную карту в случае равномерно распределенного признака (то есть имеющего приблизительно равное количество больших, средних и малых значений), может не работать для данных, имеющих асимметричное распределение, например много малых значений и мало очень больших.

Таким образом, для создания качественной карты, пригодной для публикации, необходимо оценивать данные с использованием статистических графиков. К сожалению, ГИС и настольные картографические пакеты предоставляют ограниченные возможности для построения графиков. Однако этот недостаток компенсируется возможностью экспортировать данные в статистический пакет или электронную таблицу, содержащие большое количество различных функций для графического анализа.

Наиболее полезным типом графиков для задания интервалов являются ранговые графики. Все значения данных ранжируются по возрастанию. Затем данные выносятся на график в виде точек, у которых координата x равна рангу каждого наблюдения, а координата y равна его значению. Вертикальные пробелы, или *естественные разрывы*, между соседними точками данных могут рассматриваться как хорошие претенденты на роль границ между классами, хотя количество таких разрывов не всегда совпадает с желательным числом классов.

Ниже приводятся примеры общих методов классификации для трех переменных с различными статисти-

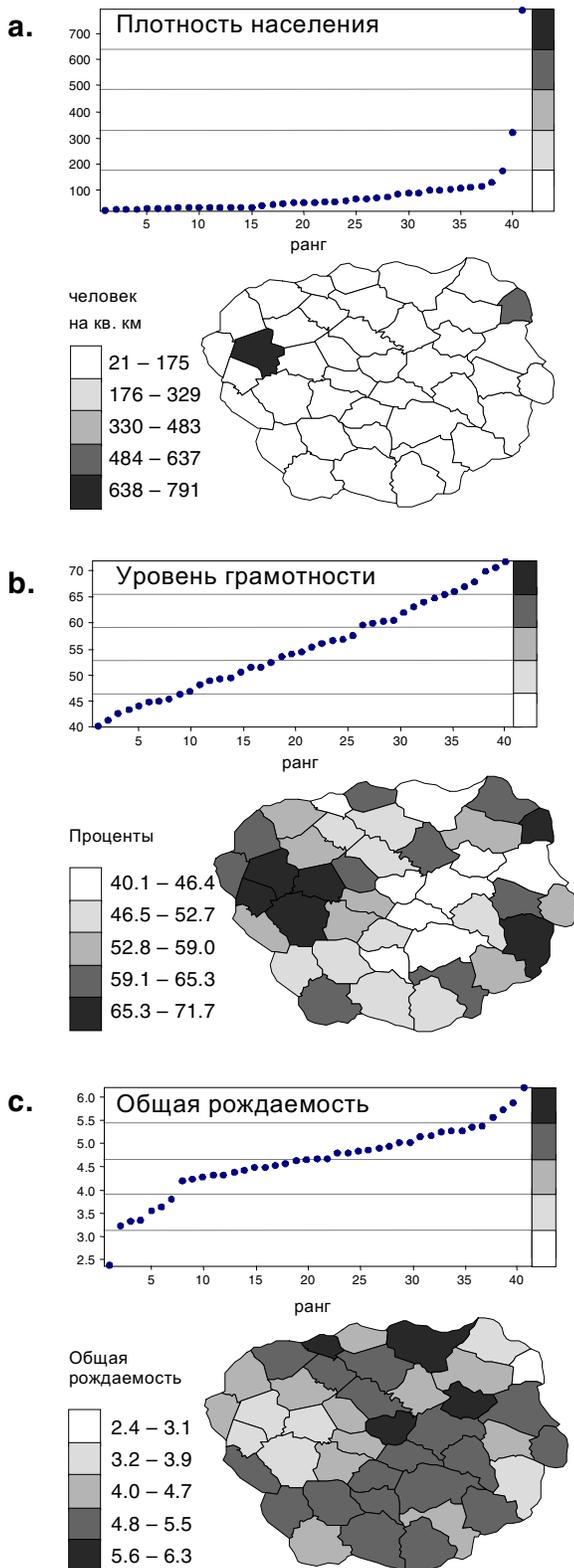
ческими распределениями данных. Плотность населения имеет асимметричное распределение. Оно содержит большое число небольших значений в диапазоне от 21 до приблизительно 110 человек на 1 кв. км и лишь совсем немного очень больших значений. Максимальное значение (791) примерно в два с половиной раза превосходит второе по величине значение (320). Такое положение — не редкость при анализе плотности населения. На территории района с максимальной плотностью может, например, находиться столица в целом сельскохозяйственной области. Вторая переменная представляет собой уровень грамотности населения. Ее значения распределены довольно равномерно, на что указывает приблизительно прямая линия, на которую ложатся наблюдения на ранговом графике. В этом случае экстремальных значений нет.

Третий пример связан с общим уровнем рождаемости. На графике «ранг–значение» виден довольно кру-

той рост в области малых значений, протяженный средний интервал с более медленным ростом и новое резкое возрастание в области очень высоких значений в правой части. Это указывает на так называемое нормальное распределение, которое характеризуется относительно небольшой долей очень низких и очень высоких значений и большим количеством наблюдений средней величины. Разумеется, приведенные примеры служат только для иллюстрации. В других географических регионах те же самые переменные могут иметь совершенно другие распределения.

Приведенные ниже примеры призваны продемонстрировать, что *вид карты существенно зависит от выбора метода классификации*, который может соответствовать или не соответствовать распределению признака. Отсюда следует, что методы автоматической классификации, включенные в пакеты ГИС, следует применять с определенной осторожностью.

Рисунок А.V.23. Равные интервалы



1. Классификация последовательных данных

Один из простейших методов классификации состоит в разделении области значений данных на *равные интервалы* (рис. А.V.23). Картограф сначала определяет, какое количество классов будет использоваться. После этого интервал значений — максимальное минус минимальное — делится на число классов для получения шага разделения. К первому классу относятся значения от минимального до минимального плюс шаг, а последующие классы получаются увеличением границ предыдущего на один шаг. Если в легенде границы приводятся с небольшим числом знаков, может потребоваться округление.

В случае плотности населения наименьшее число равно 21, а наибольшее — 791. Таким образом, длина интервала изменений равна 770. Если мы хотим ввести пять интервалов, шаг разделения будет равен $770 / 5 = 154$. Итак, первый класс лежит между 21 и 175, второй — между 176 и 329 и т. д.

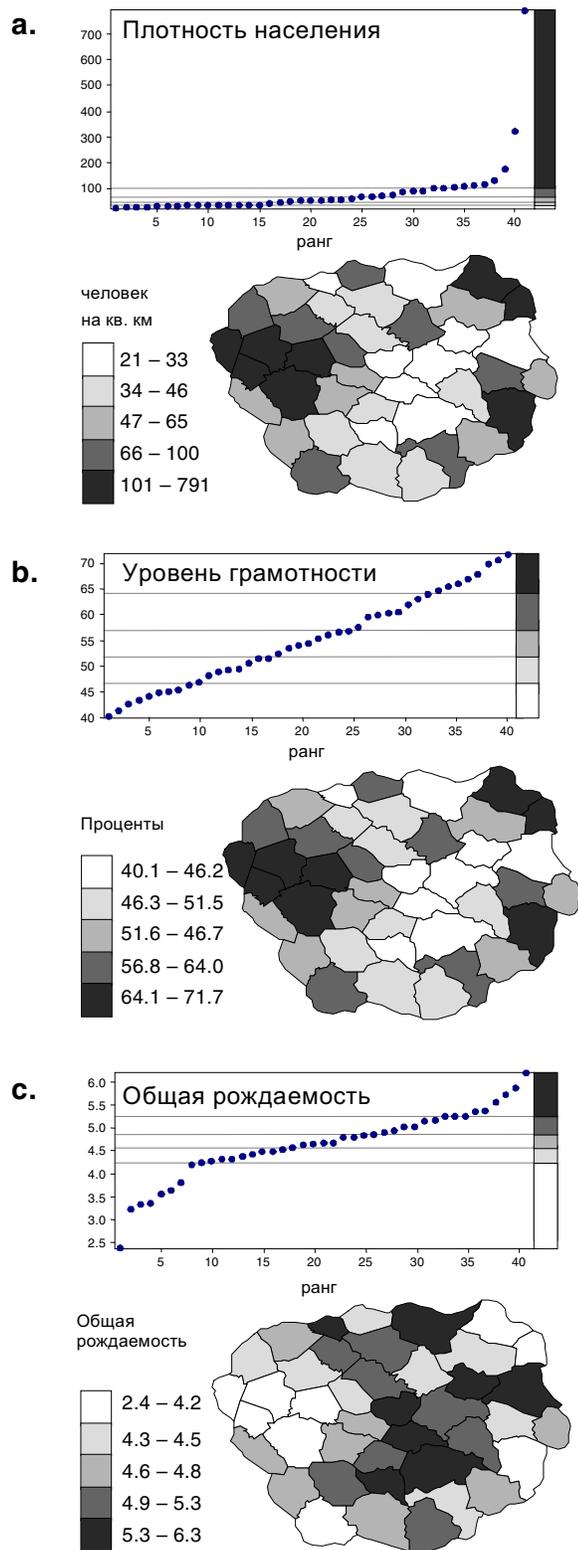
На примере карты плотности населения видно, какие проблемы могут возникнуть в этом случае. На выбор интервалов сильное влияние оказало одно очень большое число. Получившийся в результате шаг настолько велик, что первый же класс содержит все точки, кроме двух. Очевидно, что в этом случае мы получим карту с невысокой информативностью.

Этот же метод работает гораздо лучше в случае уровня грамотности, который распределен более равномерно. Множество данных делится на классы, содержащие приблизительно одинаковое количество наблюдений, и результирующая карта дает хорошее представление о распределении грамотности по районам.

Наконец, карта рождаемости демонстрирует приблизительно те же проблемы, что и карта плотности населения, хотя и в меньшем масштабе. В нижнем интервале содержится только одно наблюдение, и на карте в некотором смысле доминируют значения средних интервалов. Однако по совпадению в данном случае границы между вторым и третьим и между четвертым и пятым классами достаточно точно попали на разрыв в распределении данных.

Кроме равных интервалов существуют другие методы классификации последовательных данных. В одном из них предлагается использовать *геометрическую прогрессию*, например 0–2, 2–4, 4–8, 8–16 и т. д. Этот подход может дать хорошие результаты в случае переменных с асимметричным распределением, например для плотности населения.

Рисунок А.V.24. Картирование по квантилям (интервалам равных вероятностей)



2. Статистическая классификация

Один из методов классификации состоит в том, чтобы выбирать интервалы, содержащие приблизительно равное количество наблюдений. Это можно сделать, используя статистическое понятие квантилей, которые делят множество данных на классы, с одинаковым числом наблюдений. Если классов четыре, они называются квантилями, если классов пять — квантилями и т. д.

Для того чтобы рассчитать квантили, количество наблюдений делится на выбранное число классов и при необходимости округляется до ближайшего целого n . Затем на ранговом графике первые n наблюдений относятся к первому классу, следующие n — ко второму и т. д. Отклонения, возникшие за счет округления, относятся к первому или последнему классу.

Метод картирования по квантилям реализован во многих настольных картографических системах, поэтому он приобрел большую популярность при производстве карт.

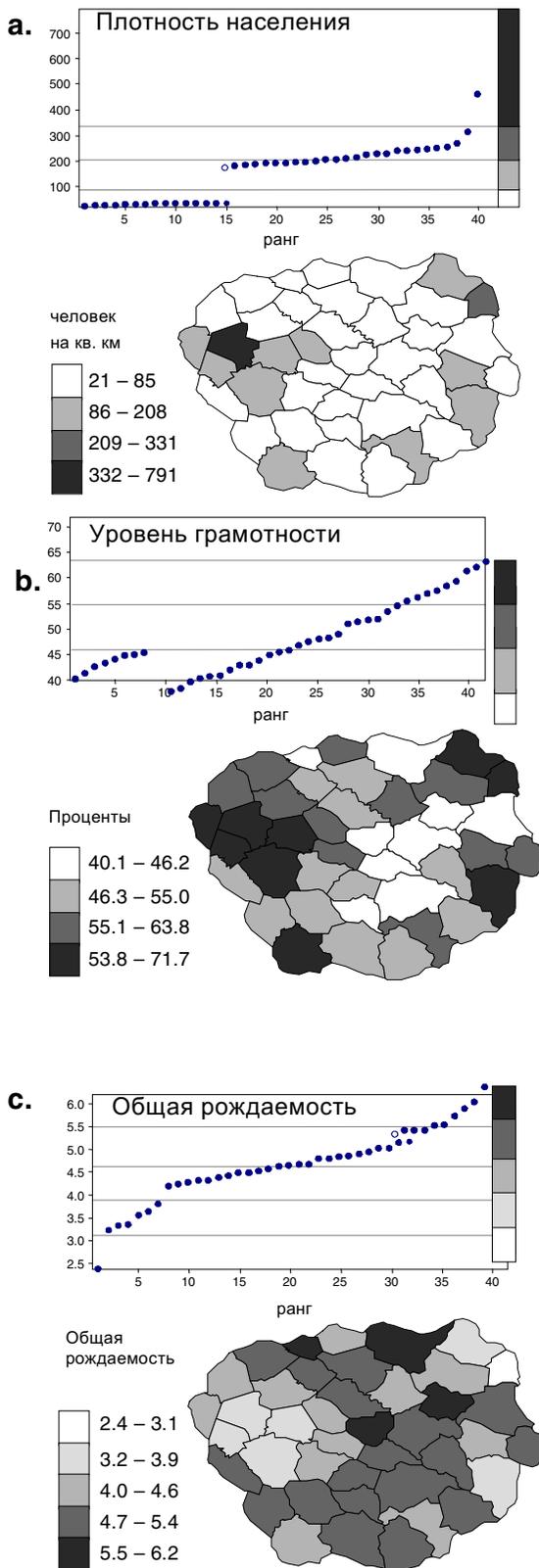
Приведенные три примера выглядят вполне приемлемыми. В силу определения наблюдения хорошо распределены между классами, поэтому все карты удачно используют весь диапазон оттенков серого.

При взгляде на распределение данных классификация для уровня грамотности выглядит вполне приемлемой. В действительности эта карта лишь незначительно отличается от карты с использованием метода равных интервалов.

Однако в случае карт плотности населения и рождаемости можно видеть, что метод может помещать близкие значения переменной в разные классы. Например, в случае рождаемости два наблюдения, имеющие наибольшие значения в нижнем классе (2,4–4,2), гораздо ближе к наблюдениям второго класса, чем первого. Более того, из трех наблюдений, имеющих значение 5,3, одно приписывается к четвертому классу, а два — к пятому (некоторые настольные картографические пакеты смягчают условие равных количеств наблюдений, чтобы избежать таких случаев).

Поэтому карты с использованием квантилей следует применять с осторожностью. Довольно часто близкие значения могут оказаться в разных классах, а далекие друг от друга — в одном. И несмотря на то что полученные карты выглядят вполне приемлемыми, впечатление может быть обманчивым.

Рисунок А.V.25. Стандартное отклонение



Еще один метод статистической классификации основан на общих характеристиках распределения данных. Один из вариантов состоит в том, чтобы определять границы классов с использованием стандартного отклонения, оцениваемого по распределению переменной. Стандартное отклонение вычисляется как квадратный корень из дисперсии. Дисперсия равна среднему квадрату отклонения значений переменной от ее глобального среднего. Например, для уровня грамотности стандартное отклонение равно 8,9.

Следовательно, классы, основанные на стандартном отклонении, показывают, как отдельные наблюдения, например районы, соотносятся со средним значением для всей области или страны.

Классы получают, прибавляя стандартное отклонение к среднему или вычитая его из среднего значения (для уровня грамотности среднее равно 55). Таким образом, ширина всех классов одинакова, как и в методе равных интервалов.

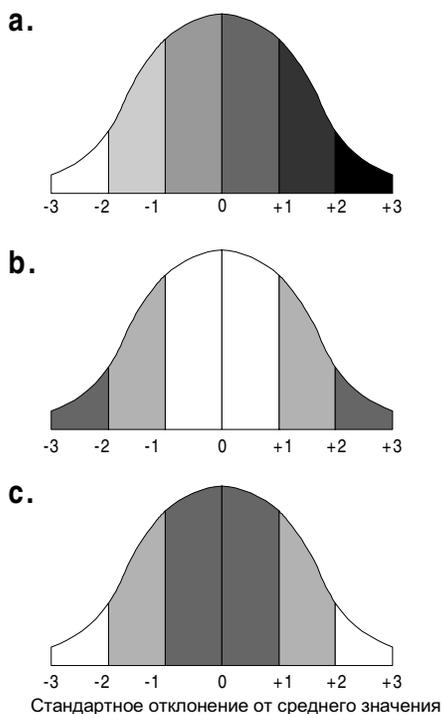
Для уровня грамотности первый класс (40,1–46,2) соответствует значениям, которые меньше среднего на величину от одного до двух стандартных отклонений. Поскольку распределение переменной данных компактно, все значения лежат в пределах плюс/минус два стандартных отклонения от среднего, и требуется только четыре класса. Как видно из рисунка А.V.25 b, эта процедура делит значения уровня грамотности на классы, содержащие приблизительно равное количество наблюдений, что дает карту с хорошим визуальным контрастом.

Однако в случае плотности населения такой подход дает намного худшие результаты. Из-за присутствия большого числа малых значений, средняя плотность населения довольно низка (85,4), при этом стандартное отклонение достаточно велико (124,8). В этом случае первый класс, соответствующий значениям, отличающимся от среднего на одно стандартное отклонение в меньшую сторону, должен был бы лежать между –39,5 и 85,4. С другой стороны, максимальное значение (791) отличается от среднего более чем на пять стандартных отклонений, и нам пришлось бы вводить много дополнительных классов, большинство из которых оказались бы пустыми. Вместо этого в максимальный класс для этой карты включены все значения, отклоняющиеся от среднего более чем на одно стандартное отклонение. Очевидно, что для этой переменной использование стандартного отклонения нельзя считать удачным.

В случае рождаемости стандартное отклонение работает немного лучше. Здесь среднее равно 4,6, а стандартное отклонение равно 0,8. Однако в самую нижнюю категорию (удаленную более чем на два стандартных отклонения от среднего) попадает только одно очень маленькое число 2,4.

Метод классификации с использованием стандартного отклонения интуитивно привлекателен из-за тесной связи с методами статистики. Он хорошо работает с нормально распределенными данными, имеющими относительно низкую дисперсию, так что все данные укладываются не более чем в шесть классов.

Рисунок А.V.26. Назначение цвета классам, определяемым с использованием стандартного отклонения



Стандартные отклонения можно использовать для отражения разного рода трендов во множестве данных (рис. А.V.26; см. Dent, 1999). В примерах, приведенных на рисунке А.V.25, используется шкала оттенков серого

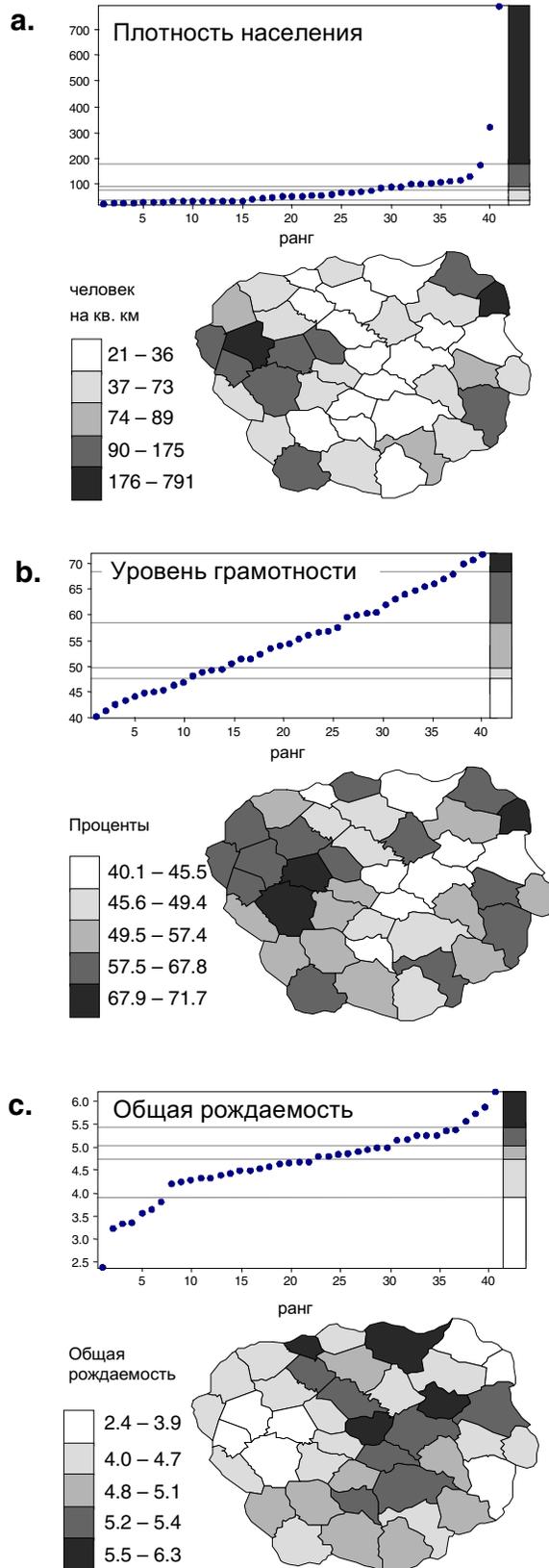
— от светлого до темного. Карта может подчеркивать изменение плотности населения, уровня грамотности или темпов рождаемости от низких значений к высоким в соответствии с делением на классы, как показано на рисунке А.V.26 а. Следует заметить, что это наиболее редкий вариант использования классификации с применением стандартного отклонения.

Чаще этот метод используется, чтобы подчеркнуть тенденции, связанные с отклонениями. Например, при оценке уровней дохода нам может понадобиться выделить самые бедные и самые богатые районы. В этом случае мы можем использовать яркие цвета или интенсивные текстуры для значений, отклоняющихся от среднего более чем на одно или два стандартных отклонения, а для значений в центре распределения использовать приглушенные тона (рис. А.V.26 б).

Если нас интересует только расстояние от среднего, независимо от того, лежат ли значения выше или ниже среднего, можно использовать одни и те же цвета с обеих сторон. Если же желательно различать значения выше или ниже среднего, то должны различаться цвета или текстуры с разных сторон от среднего. Например, на карте, отпечатанной в цвете, для классов ниже среднего можно использовать оттенки красного — от светлого к темному, а для классов выше среднего — соответствующие синие тона.

В некоторых случаях может понадобиться выделить средние интервалы (рис. А.V.26 с). Например, McEachren (1994) рассматривал карту Северной Ирландии, опубликованную Fothergill and Vincent (1985), на которой показано распределение процентного соотношения протестантов и католиков. На этой карте значения, близкие к 50%, означающие приблизительное равенство численности протестантов и католиков, выделены ярким цветом (желтым). Территории, в которых явно преобладают либо католики, либо протестанты, окрашены в более приглушенные тона (зеленый и оранжевый, соответственно).

Рисунок А.V.27. Естественные точки разрыва

3. *Естественные разрывы*

Из предыдущих примеров мы видели, что для переменных, которые распределены недостаточно равномерно, применение большинства описанных методов не дает удовлетворительного результата. Часто близкие значения относятся к разным классам, а сильно различающиеся значения могут быть помещены в один класс. Естественной задачей картографии стал, таким образом, поиск метода группировки, который оптимизировал бы разделение на классы, минимизируя расхождения между значениями внутри классов и максимизируя различия между классами.

Задача может быть решена с помощью визуального анализа распределения данных и последующего выбора разрывов между классами. Примеры использования такого подхода приведены на рисунке А.V.27. Для темпов рождаемости выбор границ очевиден, поскольку он диктуется несколькими точками разрыва в распределении.

Для двух других признаков задача несколько сложнее. Для плотности населения прямое применение этого метода может отнести все низкие значения к одному классу, а высокие значения распределить по нескольким отдельным классам. В этом случае необходимо принять меры для сохранения тонких вариаций в нижней части диапазона.

Для относительно равномерно распределенного уровня грамотности естественные границы между классами не выделяются, так как разница значений между соседними наблюдениями везде приблизительно одинакова.

Несмотря на эти трудности, классификация с использованием естественных разрывов, основанная на непосредственном анализе распределения значений переменной, обычно приводит к точному картографическому отображению данных с хорошим визуальным контрастом.

Вместо того чтобы полагаться на субъективные оценки, можно для определения оптимальных или естественных разрывов использовать компьютер. В некоторых ГИС и настольных картографических пакетах предусмотрены функции для определения естественных разрывов на основе автоматической оценки распределений данных [метод оптимальной классификации Дженка (Jenk)]. Можно использовать также классификационные функции или кластерные функции статистических программных пакетов.

4. *Хороплетные карты без интервалов*

Так называемые неклассифицированные хороплетные карты не требуют от картографа выбора какого-либо метода классификации. Благодаря возросшим

техническим возможностям монитора и принтера могут воспроизводить большое количество различных цветных тонов или оттенков серого. На неклассифицированной карте значение переменной может непосредственно определять, например, процентный уровень серого. Для переменной типа процентов мы можем выбрать соответствующий уровень серого на шкале от 0% серого (белый) до 100% серого (черный) для каждого значения переменной. Отметим, что, если техника позволяет воспроизводить достаточное количество различных оттенков, рекомендуется избегать использования белого в качестве обозначения, так как он может сливаться с белым фоном страницы.

Однако на практике этот прием может не дать оптимальных результатов. Одна из причин состоит в том, что многие переменные не изменяются от 0 до 100, а имеют значения, сосредоточенные в более узком диапазоне. Полученная при этом карта будет иметь только очень светлые или очень темные оттенки. Эту проблему можно обойти, растягивая распределение данных: используя самый светлый цвет для наименьшего значения и самый темный цвет для наибольшего, мы получим легко воспринимаемую карту.

В действительности, однако, существует предельное число различных цветов или оттенков серого. Окраска с использованием непрерывно меняющихся оттенков удобна для аналитических целей, в то время как деление значений данных на небольшое число классов обычно предпочтительно на картах, используемых для докладов.

5. *Заданная классификация данных*

В некоторых случаях правила классификации задаются извне. Например, при подготовке карты бедности по районам картограф использует заданный пороговый уровень среднего дохода — так называемый уровень бедности, при этом районы со средним доходом ниже порога относятся к бедным. Другой пример, в котором схема классификации также задана, это сравнение с опубликованной ранее картой, для которой исходных

данных нет. Для того чтобы карты, например темпов рождаемости по областям, можно было сопоставить, они должны иметь одинаковую классификацию.

6. *Общие замечания*

В приведенном выше обзоре рассмотрено большое число известных методов деления значений картируемых переменных на классы. Большинство ГИС и настольных картографических пакетов поддерживают методы равных интервалов, квантилей, стандартных отклонений и естественных разрывов. Кроме того, все пакеты позволяют пользователю определять свою собственную классификацию.

У каждого метода есть свои сильные и слабые стороны. Эти особенности сравниваются в таблице A.V.1. Выбор конкретного метода зависит от распределения данных и от назначения карты. Обычно рекомендуется начинать с оценки распределения данных с помощью статистических графиков типа ранговых, рассмотренных выше. Иногда этого бывает достаточно, чтобы оптимальное число категорий и наилучшие точки разрыва стали очевидными.

Необходимо отметить, что точки разрыва не следует применять в случаях, когда несколько карт одновременно представляются для сопоставления, например карты наблюдений за соотношением между мужчинами и женщинами по районам или карты обеспеченности безопасной питьевой водой для двух различных областей. В этом случае необходимо, чтобы классификация на картах была одинаковой. Для этого придется воспользоваться классификацией, задаваемой пользователем на основе анализа всех рядов данных. Иногда можно использовать карты с классификацией по квантилям, при условии, что задача сводится к сопоставлению ранжирования разных наблюдений по времени и пространству и не предполагает сравнения собственно значений данных. Две квартильные карты, например, позволят выделить 25% районов с наибольшим уровнем грамотности по данным последней и предпоследней переписей.

Таблица А.V.1. Сравнение разных методов классификации

<i>Метод классификации</i>	<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
<i>Равные интервалы</i>	<p>Легко реализуется.</p> <p>Дает хорошие результаты для равномерно распределенных данных.</p>	<p>Нет связи между классификацией и распределением данных.</p> <p>Поскольку границы классов фиксированы, близкие значения могут быть отнесены к различным классам, а различающиеся значения — к одному классу.</p> <p>Неприменим для данных с асимметричным распределением или данных с выбросами.</p>
<i>Геометрическая прогрессия</i>	<p>Легко реализуется.</p> <p>Дает хорошие результаты для данных с сильно асимметричным распределением (например, если очень много малых значений и мало очень больших)</p>	<p>Подходящую геометрическую прогрессию приходится выбирать пользователю. Поскольку границы классов фиксированы, близкие значения могут быть отнесены к различным классам, а различающиеся значения — к одному классу.</p>
<i>Квантили (равные частоты)</i>	<p>Обеспечивает хороший визуальный контраст.</p> <p>Дает хорошие результаты для достаточно равномерно распределенных данных.</p>	<p>Близкие или равные значения могут в результате оказаться в разных категориях.</p>
<i>Стандартное отклонение</i>	<p>Удобно для демонстрации тенденции, проявляющейся с удалением от среднего.</p> <p>Связывает отдельные классы с глобальным средним.</p> <p>Дает хорошие результаты для нормально распределенных данных.</p>	<p>При использовании с асимметричными распределениями или наборами данных, содержащими выбросы (небольшое число очень маленьких или очень больших значений), получается большое число классов (то есть несколько стандартных отклонений вверх или вниз от среднего).</p>
<i>Естественные разрывы</i>	<p>Близкие значения попадут в один класс.</p> <p>Число классов часто определяется количеством точек разрыва.</p>	<p>Может дать классы, значительно различающиеся по размерам.</p> <p>Требует субъективной оценки (визуального анализа).</p> <p>Не обеспечивает сопоставления серий карт.</p>
<i>Неклассифицированные хороплетные карты</i>	<p>Не требуется определения точек разрыва.</p> <p>Оттенок серого или тон цвета определяются непосредственно значением переменной.</p> <p>Подчеркивает непрерывность распределения переменной во множестве данных.</p>	<p>Большинство устройств вывода поддерживают ограниченное число различных оттенков серого или цветных тонов.</p> <p>Карты с тонкими различиями в оттенках серого или тонах цвета плохо воспроизводятся (например, на фотокопиях).</p> <p>Сложно реализуется в большинстве ГИС и картографических пакетов.</p>

Д. ВЫБОР ЦВЕТА

Все примеры карт, приведенные в данном приложении, используют для раскраски разнообразные оттенки серого цвета. Черно-белые публикации дешевле в производстве, а карты, выполненные в серой тональности, сохраняют четкость при черно-белом копировании. С другой стороны, использование цвета существенно расширяет возможности картографа для улучшения дизайна карты. Цветные принтеры продолжают дешеветь. Кроме того, в ближайшем будущем еще большее количество карт будет представлено в Интернете или опубликовано в электронном виде. В этих приложениях также возможно широкое применение цвета в дизайне карты.

Знание того, как компьютер интерпретирует цвета, полезно при необходимости выбрать цветовую схему для хороплетной карты. В компьютере цвета определяются с помощью одной из цветовых моделей. Две наиболее распространенные модели — это тон–уровень–насыщенность (hue–value–saturation — HVS) и красный, зеленый и синий (red, green, blue — RGB). Термин *тон* означает то, что мы обычно называем цветом, например «красный» или «синий». Физически цвет относится к диапазону спектра отраженного цвета и простирается от фиолетового с малой длиной волны до синего, зеленого, желтого, оранжевого и красного, имеющего максимальную длину волны в видимой части спектра. *Уровень* иногда называется яркостью (то есть hue–lightness–saturation — HLS). Он определяет разницу, например, между светло-розовым и темно-красным, которые имеют один и тот же тон. И наконец, *насыщенность* — это мера яркости или интенсивности. Цвет с более низкой насыщенностью будет выглядеть более бледным или серым, а цвет с более высокой насыщенностью выглядит более чистым.

RGB — это модель, в которой новые цвета вводятся сложением красного, зеленого и синего в разных пропорциях, она используется на экранах телевизоров и компьютеров. Смешение тех же трех цветов в равных пропорциях дает серый цвет. Низшие уровни красного, зеленого и синего в комбинации дают черный, а максимальные уровни — белый.

Выбор цветов определяется уровнями значений переменной, типом карты и информацией, которую картограф хочет передать. Человек хорошо различает оттенки цвета, что позволяет широко использовать цвета для обозначения дискретных категорий. Например, оттенки синего цвета кружков можно использовать по контрасту для выделения разных типов школ. Однако при выборе цветов с единственной целью показать различия между символами карты, необходимо иметь в виду цветовую слепоту (дальтонизм). Дальтоник не различает некоторые цвета, например красного и зеле-

ного (наиболее распространенный вид дальтонизма) или синего и желтого. Некоторые люди не воспринимают зеленую часть спектра. В общем, хорошей практикой считается избегать использования различий между красным и зеленым в композиции карты.

Непрерывно изменяющиеся переменные, например численность населения, доход или отношения и проценты, отображаются на карте с использованием графических переменных, которые могут отражать четкую упорядоченность. Различия в яркости цвета (например, от светлых до темных оттенков одного и того же тона) легко связать с величиной переменной, при этом более темная закраска обычно ассоциируется с более высокими значениями переменной. Например, уровни плотности населения часто представляются оттенками красного цвета, меняющимися от очень светло-красного для низкой плотности населения до темно-красного для областей с высокой плотностью. Для асимметричных распределений данных яркость цвета, разумеется, не связана прямо пропорционально со значениями отображаемых величин. Для характеристики плотности населения, приведенной в примере в предыдущем разделе, при таком подходе нам пришлось бы использовать довольно много очень светлых и трудноразличимых оттенков серого или светло-красного для большого количества низких значений и очень темные оттенки или цвета для небольшого числа высоких значений. Вместо этого значения переменных, образующие, например, геометрическую или другую прогрессию, отображаются цветом с яркостью, меняющейся с постоянным шагом.

Если классов очень много, для их представления может оказаться недостаточно количества различных цветов, поддерживаемых принтером. В этом случае можно комбинировать цвета, соседствующие в спектре, используя так называемый спектральный диапазон. В примере с плотностью населения мы могли бы начать со светло-желтых оттенков, затем использовать оранжевый и далее до темно-красного. При этом важно следить за тем, чтобы выбранные цвета образовывали последовательность с четко нарастающей насыщенностью. Карты, в которых используются несколько подавляюще ярких тонов для низких и высоких значений непрерывного или ранжированного ряда классов, не несут четкой информации и запутывают пользователя.

Приложением, в котором различные тона применимы для непрерывного диапазона, является расходящаяся шкала данных. Например, карта баланса миграции по административным единицам содержит классы от больших по модулю отрицательных чисел, соответствующих значительной эмиграции, до больших положительных чисел для большой иммиграции. Для выделения крайних положительных и отрицательных значений (территорий, в которых роль миграции в динамике

населения максимальна) можно использовать цветовую схему, меняющуюся, например, от ярко-красного к светло-красному или розовому через белый (для близкого к нулю баланса миграции) и от светло-синего к ярко-синему для максимальной иммиграции.

Последнее замечание относится к картированию нескольких признаков, при котором, например, две переменные выносятся на одну карту. В качестве примера можно привести карту, отображающую сочетание различных уровней грамотности и темпов рождаемости с использованием легенды, представляющей собой матрицу возможных комбинаций классов грамотности и рождаемости. Картограф должен подобрать цветовую

схему, в которой, например, различия в грамотности отражаются с помощью смежных тонов в интервале спектра, а различия в темпах рождаемости переданы яркостью цвета. К сожалению, такие карты непросто интерпретировать. Читателю приходится постоянно обращаться к легенде, чтобы сопоставить цвета со значениями обеих переменных. Обычно таких карт следует избегать. В разделе F рассмотрены некоторые альтернативные способы географического изображения многомерной информации.

В таблице A.V.2 суммированы основные принципы использования цветов и оттенков серого для типов переменных, рассмотренных выше (см. также Brewer, 1994).

Таблица A.V.2. Выбор цвета и оттенков серого

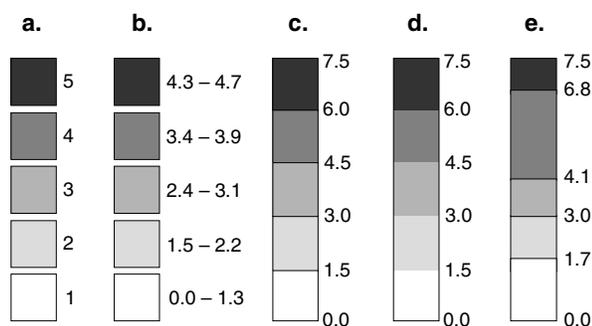
Типы переменных		Пример	Черно-белые карты	Цветные карты
Именной	бинарный	Обеспеченность безопасной питьевой водой (да/нет).	Белый/черный или светло-серый/темно-серый.	Насыщенные контрастные цвета разных тонов, например синий и красный или желтый и зеленый.
	категорийный	Преобладающий язык (английский, французский, испанский и т. д.).	Различия в узоре при одинаковой визуальной интенсивности.	Разные тона с близкими уровнями и насыщенностью, не указывающие на какое-либо упорядочение, например синий, зеленый, желтый, фиолетовый.
Порядковый		Завершенное образование (начальная школа, средняя школа и т. д.).	Упорядоченные оттенки серого с заметной разницей между яркостью серого. Различия в текстуре подчеркивают упорядоченный характер данных.	Близкие тона или спектральный интервал с относительно большими различиями между классами. Например, светло-желтый, оранжевый, средне-красный, темно-красный.
Дискретный		Размер домохозяйства (1, 2, 3... человека), <i>но не средний размер домохозяйства.</i>	То же, что для порядковых данных, но допускается меньшая разница между оттенками серого.	То же, что для порядковых данных, но допускается меньшая разница между градациями цвета.
Непрерывный	последовательный	Уровень грамотности (любое число между 0 и 100%)	Непрерывная гамма оттенков серого. Яркость серого может быть пропорциональна значениям характеристики. Допустимы тонкие, но видимые различия между яркостью серого.	Непрерывный интервал цветов в пределах одного тона или одного спектрального интервала. Допускаются тонкие различия между яркостью цвета.
	расходящийся	Соотношение между мужчинами и женщинами (меньше единицы = женщин больше, чем мужчин; больше единицы = больше мужчин, чем женщин).	Следует использовать различия в текстуре или рисунке. Сплошная заливка разными оттенками цвета, с одной стороны, и различия в текстуре — с другой, дают хороший результат.	Нейтральный цвет (белый или серый) в центре с непрерывными интервалами двух различных тонов с каждой стороны. Например, от светло- до темно-оранжевого для значений, меньше единицы, и от светло- до темно-зеленого для значений, больше единицы.

Е. ДИЗАЙН ЛЕГЕНДЫ КАРТЫ

Тип измерения можно отразить в дизайне легенды, которая устанавливает связь между значениями или диапазонами данных и применяемыми графическими символами. ГИС и настольные картографические пакеты предлагают встроенный дизайн легенды, который подходит для всех приложений. При необходимости легенда, предлагаемая по умолчанию, может быть модернизирована либо в модуле формата картографического пакета, либо с помощью внешнего графического программного обеспечения.

На рисунке А.V.28 приведены некоторые примеры. Для категорийных данных следует использовать отдельные прямоугольники (легенда *a*). Подобно этому, ряды несоприкасающихся классов (то есть между верхним пределом одного класса и нижним пределом следующего имеется пробел) следует отражать в легенде типа *b*. Однако использования таких легенд следует по возможности избегать. Соприкасающиеся прямоугольники легенды подчеркивают непрерывный характер переменных, таких, как отношения или плотности (легенда *c*). Непрерывность переменных подчеркивается еще больше, если отдельные прямоугольники легенды не обведены рамкой (легенда *d*). Наконец, легенда *e* показывает деление непрерывной переменной на неравномерные классы.

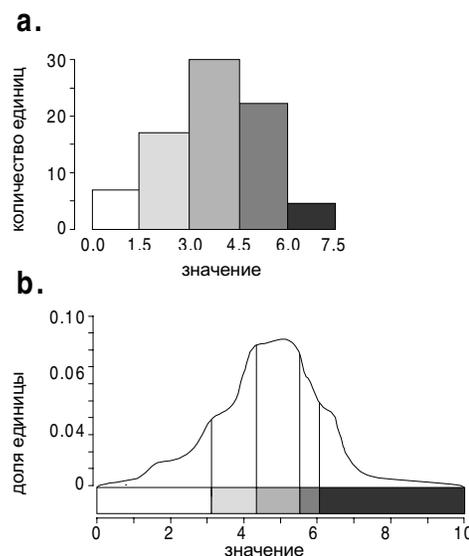
Рисунок А.V.28. Различные типы легенд для карт с использованием шкалы серого цвета



Последние три легенды на рисунке А.V.28 показывают скорее границы интервалов, чем собственно интервалы. При использовании диапазонов данных для непрерывных распределений мы сталкиваемся с проблемой указания одного числа в двух интервалах, например: 0–10, 10–20, 20–30. Эту проблему можно решить, используя знак *меньше чем*, для того чтобы связать каждое число с единственным интервалом, например: 0 – <10, 10 – <20, 20 – 30. Для полубесконечных интервалов используется знак *больше чем или равно*: <10, 10 – <20, ≥20.

Легенду можно совместить со статистическим графиком, суммирующим распределение данной переменной. Для этой цели часто используются гистограммы, в которых цвета столбцов соответствуют цветам соответствующих интервалов (см. рис. А.V.29 а). Если деление на классы неравномерно, столбцы диаграммы могут иметь переменную ширину. Если картографический пакет не поддерживает гистограммы, их можно создать в графической программе или импортировать из электронной таблицы или статистического пакета. Известны два способа определения высоты столбца. Более распространенный способ состоит в использовании количества географических единиц, характеристики которых попадают в каждый класс. Некоторые картографические пакеты показывают в легенде количество попадающих в каждый класс единиц. Проблема, однако, состоит в том, что эти единицы, например районы, могут иметь очень разную численность населения. Поэтому вместо количества единиц, может оказаться более правильным приводить численность населения в соответствующих районах. Для карты плотности населения, например, это будет численность населения, попадающего в каждый интервал плотности. Разумеется, в этих случаях гистограммы будут существенно различаться по форме, поэтому на карте или в сопроводительном документе необходимо четко отметить, какая именно процедура использована.

Рисунок А.V.29. Легенды, показывающие распределение статистических данных



Статистическое программное обеспечение позволяет также рассчитывать графики плотности, отражающие распределение данных более точно, чем гистограмма (см. рис. А.V.29 б). Площадь под кривой плотности равна единице, поэтому график позволяет непосредст-

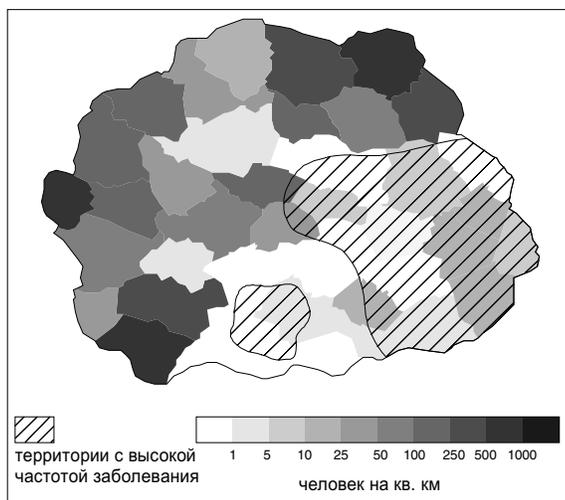
венно оценивать частоту любого конкретного значения. Легенды такого типа использованы, например, в Атласе смертности США (Atlas of United States Mortality, NCHS, 1997).

Ф. КАРТЫ, РАССКАЗЫВАЮЩИЕ ИСТОРИИ

1. *Карты со многими характеристиками*

Рассмотренные выше примеры, за небольшим исключением, относились к картам, представляющим единственную характеристику. Это наиболее распространенный тип карт в атласах переписи. Однако для аналитических целей и для демонстрации связей между переменными иногда оказывается необходимым отразить на карте более чем одну переменную. В разделе, посвященном выбору цвета, мы отмечали, что карты со многими характеристиками, использующие комплексные цветовые схемы для демонстрации двух переменных на одной карте, обычно бывают трудны для понимания. Одна из альтернатив, которая уже упоминалась выше, состоит в использовании рисунка с прозрачным фоном на хороплетной карте с гаммой оттенков серого. При этом можно надеяться на хорошие результаты, если перекрываемая переменная содержит небольшое число классов или бинарна (например, присутствие или отсутствие некоторого свойства) (см. рис. А.V.30).

Рисунок А.V.30. Комбинирование сплошной и штриховой закрашки для отображения двух характеристик на одной карте



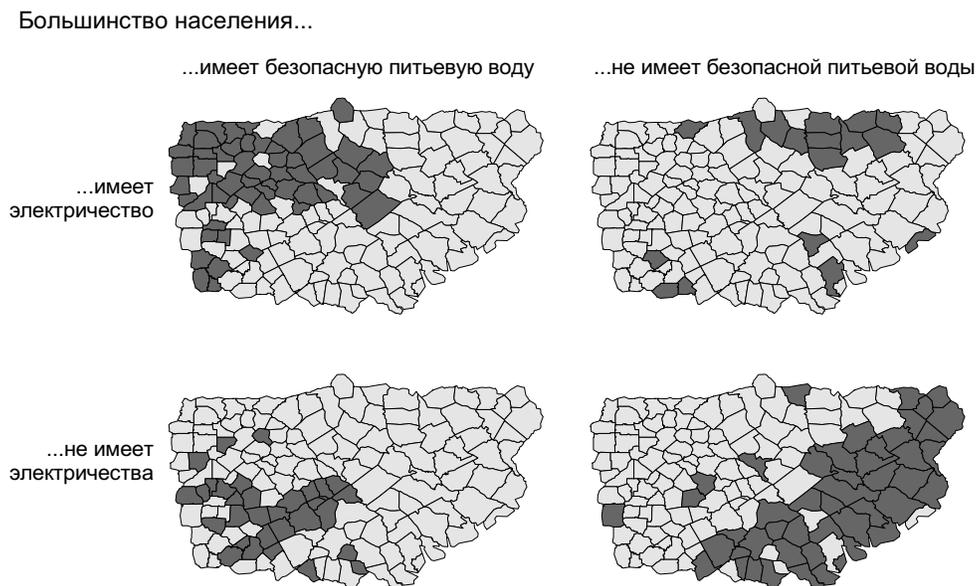
В статистическом анализе данных две категориальные переменные, принимающие небольшое количество значений, можно проанализировать совместно с использованием перекрестного табулирования. Получающиеся при этом таблицы иногда также называют таблицами сопряженности признаков. Строки и столбцы такой двухмерной таблицы соразмерны значениям двух переменных, а в ячейках помещается количество наблюдений, в которых отмечено соответствующее сочетание значений. Такое представление данных позволяет быстро проводить оценку связей. Мы можем, например, преобразовать две переменные переписи домохозяйств — процент домохозяйств, обеспеченных безопасной питьевой водой, и процент домохозяйств, имеющих электричество, — в две бинарные переменные, показывающие, обеспечено ли большинство домохозяйств данного района соответствующей услугой. Перекрестная таблица в этом случае может, например, иметь такой вид:

Большинство домохозяйств...

	...имеют безопасную питьевую воду	...не имеют безопасной питьевой воды	Всего
...имеют электричество	55	17	72
...не имеют электричества	31	48	79
Всего	86	65	151

Если мы хотим представить эту информацию географически, можно создать карту с четырьмя классами — по одному для каждой ячейки в перекрестной таблице. Однако эти классы не имеют никакого естественного упорядочения, поэтому пользователю будет трудно воспринять картину, представленную на карте. Более удачным в данном случае будет перевод идеи двухмерной таблицы непосредственно на картографический язык. На рисунке А.V.31 показан картографический эквивалент двухмерной таблицы. На каждой карте показаны районы, соответствующие определенной ячейке двухмерной таблицы. Такая карта не требует легенды, поскольку темная закрашка наглядно выделяет районы, представляющие интерес.

Рисунок A.V.31. Карта, эквивалентная двумерной таблице



Такая карта легко воспринимается, даже будучи небольшой, занимая около трети страницы. Большинство районов на северо-западе обеспечены как питьевой водой, так и электричеством, в то время как большинство домохозяйств в юго-восточных районах не имеют ни того, ни другого. При перекрестном табулировании наибольший интерес часто представляют ячейки, лежащие вне диагонали. В некоторых северо-восточных районах большинство домохозяйств не обеспечены питьевой водой, но обеспечены электричеством. В группе районов на юго-западе наблюдается обратная ситуация.

Рассматриваемый подход можно распространить на более сложные таблицы, например содержащие одну переменную, принимающую три значения (например, низкое, среднее и высокое), и другую, принимающую два значения. Такие карты не обязательно изображать крупно. Даже при наличии значительного числа географических единиц (в данном случае — 151 район) небольших карт вполне достаточно, поскольку в них используются только два контрастных цвета или оттенка серого.

2. Небольшие серии

Распределение данных по нескольким картам позволяет также эффективно представлять динамическую информацию. На рисунке A.V.32 показан прирост населения во времени по данным четырех последовательных переписей. Карты плотности населения показывают, где этот рост был наибольшим. Для сопоставления данных в разные моменты необходимо, чтобы деление

на классы было одинаковым для всех карт. Это означает, что методы деления на классы, основанные на распределении данных (например, естественные разрывы), в этом случае неприемлемы. Карты плотности населения дополнены тремя картами меньшего размера, показывающими среднегодовой прирост населения между переписями.

Изображения, аналогичные показанному на рисунке A.V.32, называются *небольшими сериями* (Bertin, 1983; and Tufte, 1983). Один и тот же дизайн карты повторяется для каждого года или каждой подгруппы населения. Одинаковый дизайн всех карт позволяет пользователю легко интерпретировать содержание карт. Это дает возможность автору карты использовать более высокую плотность информации, чем это было бы возможно в других случаях. Многофакторные соотношения часто воспринимаются лучше, если они представлены на нескольких картах, чем на одной комбинированной карте, которая может быть еще больше осложнена громоздкой легендой.

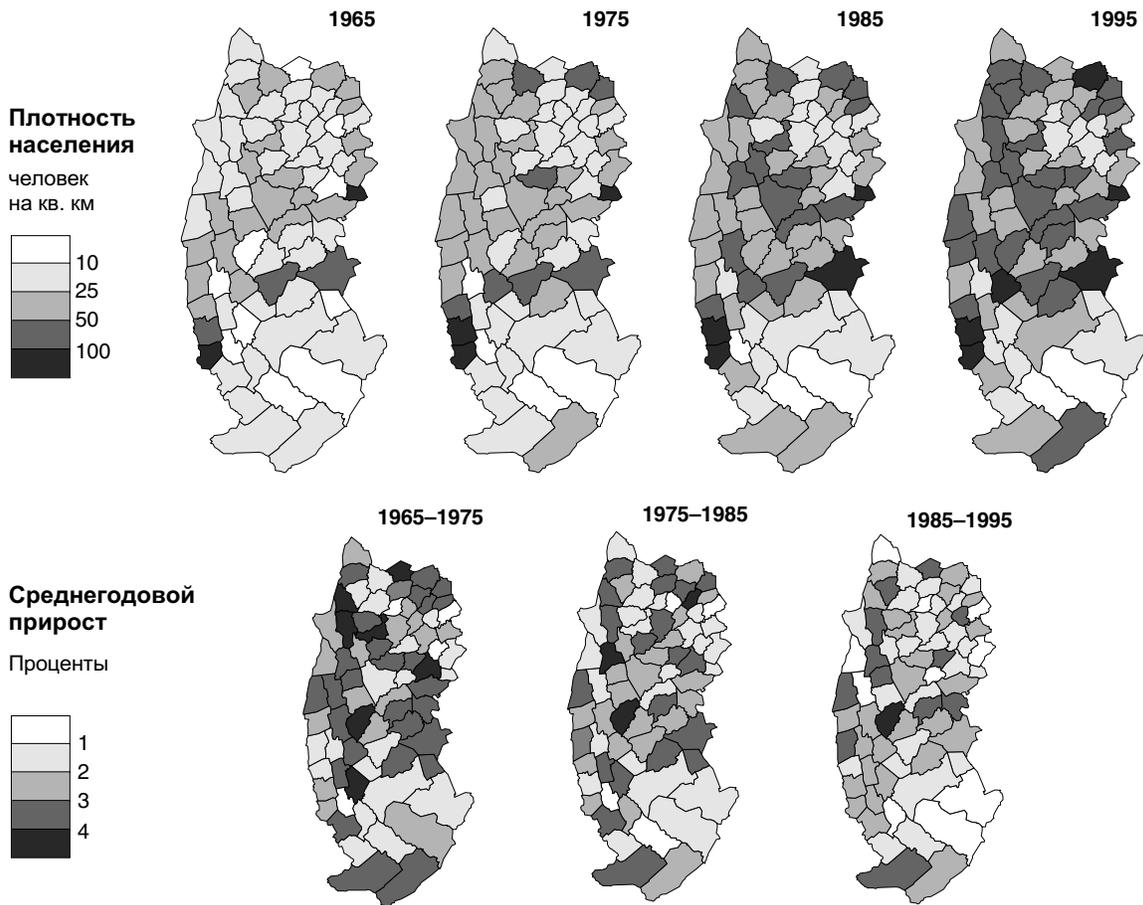
Еще один пример карты, использующей понятие небольших серий, приведен на рисунке 4.8 в United Nations (1997a). На нем приводятся половые соотношения для 5-летних возрастных групп для 75 районов Непала. На рисунке показаны 17 небольших карт с расходящейся классификацией, центрированной относительно сбалансированного соотношения между мужчинами и женщинами. Цветная версия этой карты показывает преобладание женщин в разных оттенках красного, а преобладание мужчин передается синим цветом. Черно-белая версия использует сплошную закраску серым

для показа преобладания женщин и точечный рисунок переменной плотности для показа преобладания мужчин. Очевидно, цвет улучшает восприятие карт. Несмотря на обилие информации, карты легко интерпретируются, поскольку кластеры близких значений хорошо выделяются. Очевидно, что таблица из 1275 (17 × 75)

значений была бы значительно более трудной для восприятия, чем та же информация, представленная географически. В частности, графика для Непала выявила некоторые четкие тенденции, связанные, по-видимому, с миграцией мужчин в некоторых районах в течение жизни.

Рисунок А.V.32. Небольшие серии — изображение изменений во времени

Динамика населения, 1965–1995 годы



Приложение VI. Глоссарий

Автоматизированное картирование/управление коммунальным хозяйством — приложения ГИС в коммунальном и общественном секторе, сосредоточенные на технических проблемах и обслуживании.

Административная единица — территория, связанная с определенными административными или управленческими функциями. Как правило, административные единицы определяются и учреждаются правовыми актами.

Адрес — номер или другое обозначение, присвоенное жилой единице (квартире или дому), торговому, промышленному или другому сооружению. Адреса используются главным образом для доставки почты, однако имеют большое значение для административных мероприятий, например в системах регистрации населения и при проведении переписей.

Американский стандартный код для обмена информацией (ASCII) — компьютерный код, разработанный для передачи алфавитно-цифровых и специальных символов с одного компьютера на другой и между различными операционными системами. Каждый символ обозначается однобайтовым кодом, то есть числом от 0 до 255.

Анализ сети — процедура анализа отношений между точками или адресами в множестве линий в базе данных ГИС, которые могут представлять, например, уличную сеть. Анализ сети применяется при принятии решений о размещении объектов и прокладке маршрутов в чрезвычайных ситуациях.

Аннотация — текст, используемый для описания объектов, представленных на карте. Аннотация сохраняется в ГИС и может выводиться на экран или на печать. В отличие от текстовой информации, представленной в таблице атрибутов, аннотация используется только для демонстрации, но не для анализа.

Атрибут — характеристика географического объекта. Например, числовое или текстовое поле реляционной базы данных, которое может быть сопоставлено с географическим объектом в ГИС. Атрибутами зоны системы регистрации могут быть, например, уникальный идентификатор, площадь в квадратных километрах, общая численность населения и число домохозяйств. Иногда различают географические и общие атрибуты. Первые хранятся в таблице данных, тесно связанной с файлами географических координат, и включают такие поля, как внутренние идентифика-

торы, коды объектов и площади. Общие атрибуты обычно хранятся в отдельных таблицах данных, которые могут связываться с таблицами географических атрибутов.

Аэросъемка — картографическая съемка с использованием аэрофотосъемки или других методов дистанционного зондирования.

Аэрофотосъемка — фотосъемка с летательного аппарата, обычно с низколетящего самолета. Иногда употребляются термины «вертикальная фотография» или «ортофотосъемка». Аэрофотоснимки используются для фотограмметрического картирования, обеспечивающего высокую точность.

База данных — логический набор взаимосвязанных данных, который обрабатывается и хранится как одно целое, например как один компьютерный файл. Термины «база данных» и «набор данных» часто используются в одном смысле. База данных ГИС содержит информацию о положении реальных объектов и характеристики этих объектов.

Базис — в картографии — набор параметров, определяющих координатную систему. В более узком смысле базис представляет собой систему отсчета или основу для измерений или вычислений. Например, национальный картографический базис устанавливает систему отсчета для картографической деятельности в стране.

Базовая карта — карта, отображающая основные географические данные, которые могут использоваться для пространственной привязки. К таким данным относятся, например, дороги, административные границы и населенные пункты. Базовые карты используются для создания новых географических данных или для привязки при выводе информации тематических карт.

Базовая станция — приемник глобальной системы определения местоположения (GPS), координаты которого были предварительно определены с высокой точностью и который передает и/или принимает данные дифференциальных поправок от подвижных приемников этой же системы. См. также Дифференциальная глобальная система определения местоположения.

Базовые данные — см. Опорные данные.

Байт — группа из восьми двоичных цифр (битов), которая может обрабатываться компьютерными про-

граммами. Килобайт приблизительно равен тысяче байт, мегабайт — миллиону байт, а гигабайт — миллиарду байт.

Бинарный (двоичный) — состоящий из двух или относящийся к двум, например бинарная (двоичная) переменная (да/нет). Также система кодирования в компьютерах, основанная на битах — элементах информации, которые могут принимать одно из двух значений — 0 или 1.

Бит — двоичная цифра, которая может принимать значение 0 или 1.

Биты в секунду — единица измерения скорости передачи в цифровых сетях связи.

Большой круг — окружность, образуемая при пересечении сферы плоскостью, проходящей через ее центр. Большими кругами являются, например, все меридианы и экватор. Кратчайшим путем между двумя точками на сфере является дуга большого круга, проходящая через эти точки.

Буфер — зона или территория определенной ширины вокруг географического объекта (точки, линии или многоугольника). Буферные операции являются одним из главных инструментов ГИС.

Ввод данных — перевод данных о географических координатах с бумажных носителей или из измерений на местах в машиночитаемый формат. Ввод данных обычно включает оцифровку или сканирование бумажных карт или аэрофотоснимков.

Векторные данные — модель ГИС-данных, в которой положение и форма объектов представляются точками, линиями и областями, заданными координатами x, y .

Вертикальная интеграция — см. Интеграция.

Вершина — одна пара из последовательности пар координат x, y , определяющих линию. Первая и последняя вершины линии обычно называются узлами.

Внешний ключ — в системах управления реляционными базами данных — поле или позиция в таблице, содержащая значение, ссылающееся на строки другой таблицы. Используется при объединении двух таблиц путем задания отношения между двумя элементами реляционной базы данных. Внешний ключ является первичным ключом в другой таблице.

Всемирная компьютерная сеть (www) — первоначально разработана Европейской лабораторией физики элементарных частиц (CERN) в Швейцарии как система для распространения электронных документов, включающих или ссылающихся на большое число файлов различных форматов, расположенных

в разных частях мира. Документы составлены на стандартизованном языке HTML, который может интерпретироваться web-браузерами на компьютере пользователя. Место хранения HTML документа задается ссылкой или адресом, называемым унифицированным указателем информационных ресурсов (URL). Всемирная компьютерная сеть быстро разрослась, превратившись в важный канал распространения документов и данных. Специализированное программное обеспечение ГИС позволяет организациям работать с картами во Всемирной компьютерной сети. Например, удаленный пользователь может создать и представить для демонстрации тематическую карту с использованием баз данных ГИС, расположенной на web-сервере распределяющей организации.

Генерализация — см. Картографическая генерализация.

Geo-TIFF — см. Теговый формат файлов изображений.

Географическая база данных — логический набор данных, относящийся к объектам, имеющим определенное положение на земной поверхности.

Географическая база переписи — географические единицы сбора и представления информации, используемые органами, проводящими перепись, при обработке собранных данных и формировании таблиц. База включает в себя иерархическую структуру административных органов, проводящих перепись, с их задачами, положениями, регулирующими их деятельность, и отношениями между отдельными организациями.

Географическая иерархия — в контексте картирования данных переписи — система, как правило, составляющих территориальных единиц, выделенных для административных целей или для сбора информации. Например, страна разбита на области, которые разделены на районы, и т. д. до нижнего уровня, который может соответствовать счетному участку. См. также География переписи.

Географическая информационная система (ГИС) — система, включающая оборудование, программное обеспечение, географические данные и обслуживающий персонал, предназначенная для ввода, хранения, поиска, обновления, обработки, анализа и вывода информации, связанной с географическим положением объектов.

Географический код — уникальный буквенно-цифровой идентификатор, присваиваемый юридическому, административному, статистическому или отчетному объекту.

Географический объект — географический объект, представленный на карте или хранящийся в базе данных ГИС. Объектами могут быть естественные и

искусственные объекты реального мира (например, река, населенный пункт и т. д.) либо абстрактные или заданные объекты (например, административные границы).

Географический справочник — список географических названий с указанием их географического положения (обычно широта и долгота).

Географическое совпадение — ситуация, когда несколько географических объектов имеют или одинаковое положение, или одну и ту же границу. Например, некоторые отчетные или статистические участки могут одновременно быть административными единицами.

Геодезическая трапеция — четырехугольная область, ограниченная парами меридианов и параллелей.

Геодезический контроль — сеть контрольных или базовых отметок с точно измеренными координатами, которые используются как основа для определения координат и местоположения. Другое название — опорные точки.

Геокодирование — а) ГИС-функция, определяющая положение точки по адресу. См. также Привязка к адресам; б) процесс присваивания географического кода объектам цифровой базы данных.

Геометрия координат (COGO) — термин, используемый топографами при обработке результатов точных измерений положения в пространстве.

Геопространственный — термин, который иногда применяется к информации географического или пространственного типа.

Геоотнесение — процесс установления соотношений между координатами на странице и на местности. Геоотнесение необходимо после оцифровки, например для преобразования координат на странице, измеренных в единицах оцифровки (например, в сантиметрах или дюймах), в координаты, которые использовались в исходной карте. См. также Преобразование.

Геостационарный спутник — спутник Земли, который сохраняет фиксированное положение над некоторой точкой земной поверхности. Используется также термин «геосинхронная орбита».

Гидрография — объекты, относящиеся к поверхностным водам (озера, реки, каналы и т. д.).

Гипсография — характеристики, относящиеся к рельефу или высотным отметкам на поверхности.

Глобальная орбитальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) — аналог системы GPS, используемой в США. Глобальная система опреде-

ления местоположения, эксплуатируемая Министерством обороны Российской Федерации. Система в значительной степени сходна с GPS, однако не допускает избирательного доступа. Некоторые приемники используют сигналы обеих систем (GPS и ГЛОНАСС) для повышения точности определения координат.

Глобальная система определения местоположения (GPS) — система из 24 спутников, вращающихся вокруг Земли, которые передают сигналы, предназначенные для определения точного географического положения на земной поверхности. GPS широко применяется в картировании на местах, съемках и навигации. GPS эксплуатируется Министерством обороны США. См. также Дифференциальная глобальная система определения местоположения и Глобальная орбитальная навигационная спутниковая система.

Горизонталь — линия на карте, соединяющая точки с равной высотной отметкой. См. также Изолиния.

Государственная единица — см. Административная единица.

Градуировочные символы — в тематической картографии — использование символов (например, кружков или квадратов) для изображения величины переменной в точке или в отчетном участке. Размер символа пропорционален значению переменной.

Граница — линия, указывающая пределы некоторой зоны или разделяющая две зоны. В ГИС граница представляется линейным объектом, который может быть стороной многоугольника. Граница может быть видна или не видна на местности, то есть она может совпадать с реальными линиями, например дорогами и реками, или может быть задана только географическими координатами.

Графопостроитель (плоттер) — компьютерное периферийное устройство, позволяющее выводить графические файлы подобно принтеру, но обычно на больший формат.

Гринвичский меридиан — начало отсчета долготы, то есть 0° восточной и западной долготы. Проходит через город Гринвич в окрестностях Лондона.

Декартова система координат — система прямых в двумерном пространстве, пересекающихся под прямым углом. Эта система образует основу для привязки в координатах x, y .

Диапазон — слой многоспектрального изображения, полученного дистанционным зондированием, представляющий сигнал в определенной части электромагнитного спектра. См. также Многоспектральное изображение.

Дигитайзер — компьютерное периферийное устройство, позволяющее снимать (оцифровывать) координаты с бумажных карт и других аналогичных картографических материалов.

Дискретные географические объекты — отдельные, естественно различимые объекты, например дома и дороги, в отличие от непрерывных географических явлений.

Дистанционное зондирование — процесс сбора информации об объекте с некоторого расстояния, то есть без физического контакта. Обычно под дистанционным зондированием подразумевается получение изображения с использованием чувствительных элементов, установленных на спутнике, или аэрофотосъемка.

Дифференциальная глобальная система определения местоположения (DGPS) — комплекс методов для повышения точности расчета координат в системе GPS за счет вычисления ошибки (поправки) для дополнительного приемника GPS (базовая станция), координаты которого заранее измерены с высокой точностью. Поправка вносится в координаты, выдаваемые подвижным устройством, либо в реальном времени, либо на дополнительных стадиях обработки (с использованием базы данных, содержащей корректировочные данные с привязкой ко времени). На некоторых территориях дифференциальная корректировочная информация непрерывно передается в эфир с комплекса стационарных станций.

Долгота — координата x в полярной системе координат на сфере. Определяется как угловое расстояние в градусах к востоку или к западу от Гринвичского меридиана.

Дуга — см. Линия.

Дуговая секунда — одна секунда долготы или широты, или $1/3600$ часть градуса.

Единицы карты — единицы измерения, в которых хранятся координаты в базе данных ГИС, например сантиметры, метры или градусы, минуты и секунды.

Избирательный доступ — снижение точности спутниковых GPS-сигналов, сознательно введенное Министерством обороны США. Намечается отменить избирательный доступ в ближайшие несколько лет.

Изображение — представление части земной поверхности. Обычно изображение получают с использованием оптических или электронных чувствительных элементов. Например, отсканированный аэрофотоснимок или данные дистанционного зондирования принято рассматривать как изображение. В том что касается хранения и обработки данных, изображение во многом подобно растру или сетке.

Изображение со спутника — набор цифровых данных, записанный на искусственном спутнике Земли с помощью фотографического устройства или сканера. В ГИС спутниковое изображение подобно растровому или сеточному набору данных.

Изолиния — линия на так называемой изоритмической карте, соединяющая точки с одинаковыми значениями. Наиболее известным примером является изогипса, соединяющая точки с равными высотными отметками (другое название — горизонталь).

Интеграция — в ГИС — процесс формирования непротиворечивого набора пространственных данных на основе разнородных источников. Вертикальная интеграция обозначает способность ГИС комбинировать различные слои данных, заданные в одной и той же координатной системе.

Интернет — глобальная система взаимодействующих компьютерных сетей, предоставляющая возможность обмена данными, например удаленный доступ, передача данных, электронная почта, доски объявлений и группы новостей. Интернет составляет основу Всемирной компьютерной сети (www).

Интерполяция — процедура оценки значения некоторой величины в некоторой точке на основе известных значений в соседних точках. Используется для получения полного сеточного набора данных по данным точечного опробования, например оценка величины осадков в узлах сетки по данным, измеренным на метеостанциях.

Информационная система об использовании земли (LIS) — термин, который иногда используется для обозначения ГИС-приложений, содержащих информацию об отдельном регионе, включающую кадастровые данные, информацию о землепользовании, типе покрова и т. д.

Инфраструктура — система общественных сооружений в стране, штате или регионе, включающая дороги, коммунальные сети и общественные здания.

Исходные данные — данные и информация любого типа, использованные при создании карты или базы данных ГИС. Сюда могут входить наблюдения на местах, аэрофотоснимки, наземные фотографии, снимки, полученные со спутников, эскизы, тематические, топографические, гидрографические, гипсографические карты и рисунки, табличная информация и письменные отчеты, относящиеся к естественным и искусственным географическим объектам.

Кадастровая информация — записи, отображающие прошлые, настоящие и будущие права и интересы, относящиеся к собственности на землю; используется при решении юридических вопросов и в налоговой

сфере. Кадастровые карты показывают географическое положение и размеры земельных участков. Во многих странах современные кадастровые исследования широко используют ГИС для хранения полученных данных. Другое название — титульная земельная информация.

Канал — часть электронной схемы приемника глобальной системы определения местоположения, обеспечивающая прием сигнала со спутника. Многоканальные приемники могут принимать и обрабатывать сигналы с нескольких спутников одновременно.

Карта — изображение части земной поверхности на некоторой плоской поверхности (например, на бумаге или экране компьютера).

Карта потоков — карта, на которой показано движение некоторых объектов (например, людей или товаров) по линейным траекториям.

Картограмма — карта, построенная масштабированием демонстрируемых участков в соответствии со значением переменной, полученным для каждого участка. Другое название — картирование площадей — значение.

Картографическая генерализация — процесс удаления части реальных объектов через снижение детальности представления на карте. Процедура включает отбор, классификацию, упрощение и символизацию.

Картография — искусство и наука, относящиеся к созданию двумерного представления частей земной поверхности. Представленные объекты могут быть реальными (топографическое картирование) либо могут представлять понятия и более абстрактные характеристики (тематическое картирование).

Квантиль — метод статистической или картографической классификации, при котором в каждый из определенного числа классов помещается одинаковое количество объектов. Системы с четырьмя классами называются квантилями, с пятью классами — квинтилями, а с десятью классами — персентильями. Например, первая из четырех квантилей распределения содержит 25% наблюдений с наименьшими значениями.

Классификация — объединение в классы объектов, имеющих одинаковые или близкие свойства. В картографии — процесс присваивания символов объектам, имеющим одинаковые или близкие свойства. Классификация используется для того, чтобы облегчить понимание карты.

Клиент — компьютер, использующий данные или программное обеспечение, хранящиеся в другом, обычно удаленном, компьютере (сервере).

Код — алфавитно-цифровые символы, используемые для обозначения географических объектов. Коды используются также для обозначения категорий атрибутов, таких, например, как интервалы плотности населения, классы землепользования или типы промышленности. См. также Географический код.

Кодирование длинами отрезков — метод сжатия для растровых, сеточных данных или данных изображения. Вместо сохранения всех одинаковых значений соседних ячеек система сохраняет определенное значение и количество его повторов. Степень сжатия данных существенна при сохранении дискретных объектов в растровой ГИС.

Компоновка карты — размещение элементов карты для создания наглядного картографического продукта, адекватно отображающего представленные объекты.

Контроль — см. Геодезический контроль.

Контроль качества — мероприятия и процедуры при разработке проекта базы данных или системы картографического производства, обеспечивающие соответствие результатов или выходных данных требованиям стандарта качества и удобства использования.

Контрольный сегмент — глобальная сеть станций мониторинга и контроля глобальной системы определения местоположения (GPS), обеспечивающая точность спутниковых сигналов.

Конформная проекция — картографическая проекция, сохраняющая любой угол в любой точке.

Координатная сетка — в картографии — сетка параллелей и меридианов, вынесенная на карту.

Координаты — два или три числа, определяющих положение точки в пространстве двух или трех измерений (например, x , y или x , y , z , где z означает высоту). Двухмерные координаты иногда называют координатной парой, а трехмерные координаты — координатной тройкой. В базах данных ГИС координаты задают положение соответствующих точек на земной поверхности относительно других точек.

Космический сегмент — часть системы GPS, размещенная в космосе, то есть 24 спутника системы GPS.

Легенда — в картографии — информация на карте, расшифровывающая символы, использованные для обозначения объектов и переменных на карте. В легенде также дается ключ для интерпретации карты, например цвета, использованные для закрашивания, и соответствующие диапазоны значений для карты плотности населения.

Линия — одномерный объект. Тип географических данных, состоящих из последовательности пар коор-

динат x , y ; первая и последняя из этих пар называются узлами, а промежуточные называются вершинами. Иногда используются также названия «дуга» или «цепь». Часть линии между двумя пересечениями с другими линиями называется сегментом или дугой.

Линия в многоугольнике — ГИС-операция, при которой линейные объекты сопоставляются с полигональными объектами для определения того, в какие многоугольники попадает каждая линия. Пользуясь этой операцией, можно добавить полигональные атрибуты к соответствующим записям в таблице линейных атрибутов (например, район, через который проходит дорога) или суммировать линейные атрибуты для соответствующих многоугольников (например, вычислить общую длину дорог в данном районе).

Логическая точность — термин для обозначения точности отражения отношений (таких, как «граничит с» или «соединен с») между географическими объектами на карте или в базе данных ГИС. База данных ГИС может быть логически точна, даже если ее пространственная точность ограничена.

Локальная сеть (LAN) — компьютерная сеть, объединяющая компьютеры, находящиеся на небольших расстояниях, например внутри одного административного здания.

Масштаб — в картографии — соотношение между расстоянием на карте и соответствующим расстоянием на земной поверхности. Масштаб изображается в виде отношения, например 1 : 100 000, означающего, что один сантиметр на карте соответствует 100 000 см на земной поверхности. Поскольку масштаб задается в виде отношения, *мелкомасштабная* карта отображает большую область, а *крупномасштабная* карта отображает небольшую область. В более широком смысле масштаб характеризует уровень или детальность изучения, которое может варьировать от микромасштабных до макромасштабных явлений.

Меридиан — координатная линия, определяемая соответствующей долготой, например Гринвичский меридиан.

Метаданные — данные о данных. Совокупность информации, описывающей содержание, качество, состояние, формат, источники и другие существенные характеристики базы данных.

Метафайл машинной графики (SDTS) — стандарт данных и метаданных для обмена наборами ГИС-данных между производителями и пользователями данных, а также между программными системами и форматами файлов. К настоящему времени предло-

жено и введено много различных национальных и международных стандартов.

Минимальный элемент карты — обычно размер наименьшего объекта, который будет включен в карту. При фиксированном масштабе карты это также может быть размер или размеры, при которых маленький объект, имеющий вид многоугольника, представляется на карте в виде точки или длинный и узкий объект представляется в виде линии. Например, город представляется в виде многоугольника, если его размер при просмотре больше 3 мм, в противном случае он изображается точкой.

Многолучевой эффект — ошибка в показаниях GPS, связанная с отражением и рассеянием сигнала на близлежащих объектах, например деревьях и зданиях. Ошибка, вызванная многолучевым эффектом, создает серьезные проблемы только при высокоточных измерениях.

Многоспектральное изображение — набор данных, полученных дистанционным зондированием и состоящих из некоторого числа полос или слоев. Эти данные содержат несколько отдельных изображений, полученных в одно и то же время на одном и том же участке территории, причем разные изображения построены на основании сигналов из разных диапазонов электромагнитного спектра.

Многоугольник — двухмерный объект. Объект, имеющий площадь и представляемый в векторной ГИС в виде последовательности пар координат x , y . Соответствующие точки задают линии, образующие границу объекта (первая и последняя точки в этой последовательности совпадают).

Модель данных — концептуальное представление пользователя о наборе данных, описывающее компоненты базы данных и отношения между ними.

Модель объект–отношение — модель данных, в которой определяются объекты и отношения между ними, например отношения между счетными и инспекторскими участками.

Модель цвета — процедура для числового кодирования цветов в компьютере. Например, в цветовой модели RGB цвета представляются в виде чисел, определяющих уровни красного, зеленого и синего цветов. В частности, чистый красный цвет задается как 255, 0, 0. Другими примерами моделей цвета являются модели HLS (тон–яркость–насыщение) и CMY (голубой–пурпурный–желтый).

Наборы данных — логический набор значений или объектов базы данных, относящихся к одному предмету.

Навигационная карта — карта, исходно предназначенная для морской или воздушной навигации, например морская или авиационная навигационная карта.

Надир — в аэрофотосъемке и дистанционном зондировании — точка на земной поверхности, расположенная непосредственно под камерой или чувствительным элементом.

Наземные контрольные данные — информация, собранная в ходе исследований на местах для проверки или калибровки информации, собранной дистанционными методами.

Наложение — комбинация двух слоев данных, представленных в одной и той же системе географических координат. Наложение может проводиться для демонстрации либо для физического объединения двух слоев с целью создания нового набора данных ГИС (например, наложение многоугольников, точка в многоугольнике, линия в многоугольнике).

Наложение многоугольников — ГИС-операция наложения двух слоев с полигональными объектами, при которой образуется новый слой данных. Результирующий слой содержит области, образованные пересечением многоугольников исходных слоев. Таблица атрибутов нового слоя содержит атрибуты обоих входных наборов данных. Наложение многоугольников — это одна из фундаментальных ГИС-операций, которая часто используется для интегрирования информации из разнородных источников, например демографических и экологических данных.

Недоход до заданной координаты — при оцифровке — линия, не доведенная до точки, в которой она должна соединиться с другой линией.

Нелинейное преобразование — преобразование, при котором форма и положение объектов базы данных ГИС изменяются нелинейно. Такие преобразования обычно используются для того, чтобы перевести ГИС-данные из неизвестной системы координат в заданную. Преобразование определяется через задание большого числа связей между положением объектов из входного множества и соответствующими точно позиционированными реперными или контрольными точками в выходной системе координат.

Непрерывные географические явления — географические переменные, изменяющиеся без явных скачков или разрывов, например температура или атмосферное давление, в отличие от дискретных географических явлений.

Нормализация — концептуальная процедура, используемая при проектировании базы данных для устра-

нения избыточности в сложной базе данных за счет выявления зависимостей и связей между ее компонентами. Нормализация снижает требования к памяти и позволяет избежать внутренних противоречий.

Область — ограниченный двухмерный участок земной поверхности, представляемый в ГИС в виде многоугольника.

Объект — явление реального мира определенного типа. В системах управления базами данных рассматриваются объекты (например, личности или места), имеющие одинаковые признаки. Определение объекта дается при разработке концепции базы данных.

Окна — в ГИС — термин, иногда применяемый для обозначения совокупности листов цифровой карты, соседствующих друг с другом, хранящихся в разных файлах. Окна могут иметь правильную форму (например, квадрат или прямоугольник) или могут следовать нерегулярным границам, таким, как границы районов или областей. Хранение всех окон в одной и той же географической системе координат делает возможным временное или постоянное объединение соседних окон.

Опорные данные — в контексте разработки ГИС в данной стране — комплекс географических тем общего пользования, таких, как административные границы, высотные отметки или транспортная инфраструктура. Инициативы по созданию опорных или национальных баз пространственных данных направлены на координацию деятельности по развитию и стандартизации наборов опорных ГИС-данных в стране.

Ортофотоснимок — см. Цифровой ортофотоснимок.

Осевой меридиан — долгота, определяющая начало отсчета по оси x для картографической проекции.

Охват — в ГИС охват иногда относится к набору данных векторной ГИС, содержащему географические признаки, относящиеся к одной теме, например участкам переписи или дорогам.

Охват карты — координаты в единицах, используемых на карте, которые определяют прямоугольник, содержащий все объекты, представленные на рассматриваемом фрагменте карты или в базе данных ГИС; другими словами, это минимальные и максимальные значения координат x и y в цифровой базе данных или часть базы данных, показанная на рассматриваемой части карты.

Оцифровка — процесс перевода географической информации с бумажных карт в цифровые координаты. Оцифровка обычно представляет собой процесс ручного прослеживания линий на бумажной карте, закре-

пленной на планшете дигитайзера, с помощью визира, подобного мыши, который определяет координаты точек и передает их в базу данных ГИС.

Панхроматическое изображение — изображение, полученное дистанционным зондированием и построенное на основе сигнала в широком диапазоне электромагнитного спектра, подобно черно-белой фотографии.

Первичный ключ — одно или несколько полей в таблице атрибутов, достаточных для однозначного определения образца некоторого объекта, строки или записи.

Пересечение — ГИС-функция, применяемая для топологического объединения или комбинирования двух слоев пространственных данных, при котором сохраняются только данные, входящие в оба слоя.

Пиксел — от picture element. Аналог элементарной ячейки изображения, сеточной или растровой карты.

Планиметрическая карта — карта, на которой, в отличие от топографической карты, показано только положение объектов, но не показаны их высотные отметки. Планиметрическая карта может показывать те же самые объекты, что и топографическая карта, за исключением горизонталей, однако обычно показывает специфические объекты, выбранные для каких-либо специальных целей.

Площадная интерполяция — пересчет признака с одного множества оцениваемых зон на другое, например оценка численности населения в регионах, выделенных по экологическим критериям, с использованием данных по численности населения по районам.

Поверхность — термин, используемый для описания растровых ГИС-данных или изображений, описывающих непрерывный, плавно меняющийся признак, такой, как высотная отметка или температура. Даже плотность населения иногда можно представить в виде растровой поверхности.

Поле — столбец в таблице базы данных.

Преобразование — пересчет цифровых пространственных данных из одной системы координат в другую с использованием параллельного переноса, поворота и масштабирования. Преобразование используется для перевода цифровых данных, полученных оцифровкой карты, из единиц дигитайзера (сантиметров или дюймов) в единицы измерения на местности, соответствующие проекции и системе координат исходной карты (например, метры или футы). См. также Геоосотнесение.

Преобразование данных — перевод данных из одного формата в другой. Обычно преобразование данных обозначает перевод данных с бумажной карты в цифровую форму. В более широком смысле преобразование географической информации может означать перевод цифровых данных из формата одной ГИС в формат другой.

Прецизионность (точность) — возможность различать малые величины при измерениях. В ГИС прецизионность представления координат определяется типом переменных, используемых для их хранения (обычно двойная точность, то есть 16 байт для каждого числа).

Привязка к адресам — процесс связывания описательных атрибутов с объектами в уличной сети с использованием уличных адресов. Например, реестр адресов в виде таблицы может быть связан с подробной цифровой картой улиц для формирования слоя ГИС, демонстрирующего положение каждого домохозяйства. Такую процедуру иногда называют геокодированием.

Примыкание — ситуация, при которой два или большее число географических объектов являются соседними или прилегают друг к другу.

Присоединение — в системах управления реляционными базами данных — процесс связывания данных одной таблицы базы данных с данными другой таблицы на основе связывания внешнего ключа с его первичным аналогом во внешней таблице.

Проекция карты — математическая процедура для пересчета положения на земной поверхности в систему координат на плоскости. В зависимости от используемых математических формул проекции карты имеют разные свойства. Некоторые из них сохраняют форму регионов на земной поверхности, другие сохраняют относительные площади, углы или расстояния.

Пропускная способность — количество или объем цифровых данных, которые могут быть переданы через канал связи.

Проскок — при оцифровке — линия, проведенная за точку, в которой она должна соединиться с другой линией. Образующийся при этом лишний отрезок иногда называют хвостом.

Пространственное взаимодействие — взаимозависимость между географическими объектами. Часто относится к потокам товаров, услуг, информации или людей между объектами, имеющими географическую привязку. Анализ пространственного взаимодействия особенно важен при изучении миграции населения.

Пространственные данные — информация о положении, размерах и форме географических объектов, а также об отношениях между ними. В ГИС пространственные данные технически классифицируются на точечные, линейные, площадные; отдельный класс составляют растровые сетки.

Пространственный анализ — совокупность методов для извлечения полезной информации из геосоотнесенных данных. Пространственный анализ включает в себя интеграцию наборов географических данных, качественные и количественные методы оценки, а также моделирование, интерпретацию и прогнозирование. В ГИС пространственный анализ часто опирается на методы интеграции ГИС-данных, например наложение многоугольников или анализ близости. В более широком смысле пространственный анализ включает, например, модели пространственных процессов (например, динамика миграции) и пространственную статистику (например, регрессионные модели, отражающие пространственное распределение и отношения между наблюдениями).

Пространственный индекс — справочная таблица или структура в географической базе данных, которая используется ГИС или системой управления базой данных для ускорения обслуживания запросов, выполнения аналитических операций и демонстрации пространственных объектов.

Протокол — совокупность соглашений, определяющих обработку, передачу и форматирование данных в электронной коммуникационной системе. Протокол аналогичен стандарту данных, но применяется к процедурам.

Протокол передачи файлов (FTP) — стандартный набор соглашений, относящихся к обмену файлами данных в цифровых системах связи, например в Интернете.

Протокол управления передачей (TCP) — один из протоколов, на которых основан Интернет.

Равновеликая проекция — картографическая проекция, при которой отношения площадей областей на карте и на местности равны.

Равнопромежуточная проекция — картографическая проекция, сохраняющая отношение расстояний вдоль одной или более линий либо от одной или двух точек до всех точек на карте.

Радиус — расстояние от центра круга до его внешнего края.

Разрешение — размер наименьшей детали изображения, которая может быть представлена на карте или в цифровой базе данных. Разрешение определяет

точность, с которой при данном масштабе положение и форма объекта могут воспроизводиться на карте. В растровых ГИС и изображениях под разрешением иногда подразумевается размер ячейки или пиксела.

Растр — модель географических данных, в которой информация представлена в виде регулярного массива строк и столбцов, подобно сетке или изображению. Растр, как правило (хотя и не всегда), состоит из квадратных ячеек. Плоские и линейные объекты обычно представляются в виде групп соприкасающихся ячеек растра, характеризующихся одинаковым значением.

Реперные точки — точки на карте, аэрофотоснимке или в цифровой базе данных, для которых известны координаты x и y , а также, возможно, и абсолютная высота. Используются для географической привязки объектов на карте.

Связность — в топологических ГИС — свойство, при котором две или большее число линий соединяются в точке или узле.

Сегмент пользователя — часть GPS, включающая все типы приемников сигнала GPS.

Сервер — компьютер, выделенный для выполнения некоторых сервисных функций для других компьютеров (клиентов). Например, web-сервер представляет собой центральное хранилище данных, программ или содержательной информации для Всемирной компьютерной сети (World Wide Web).

Сетевой протокол Интернета (IP) — наиболее важный набор кодов и соглашений, обеспечивающих передачу цифровых данных через Интернет.

Сетка — модель географических данных, представляющая информацию в виде массива одинаковых квадратных ячеек. Каждой ячейке соответствует число, отражающее характеристику реального географического объекта или явления в данном месте (например, плотность населения или температура) или указывающее на класс или категорию (например, идентификатор участка переписи или тип почв). См. также Растр.

Символы — в картографии — знаки, которые используются для обозначения объектов на карте. Типы символов включают точки, линии и многоугольники определенной формы. Использование обозначений включает в себя выбор графических переменных, таких, как форма, размер, цвет, узор и текстура.

Система автоматизированного проектирования (САПР)/система автоматизированного проектирования и черчения (САПРЧ) — программная система, предоставляющая средства для проектирования и изгото-

товления чертежей, в частности для инженерных и архитектурных приложений. Системы САПР используют графическую систему координат и, таким образом, близки к геоинформационным системам.

Система координат — система отсчета, которая используется для задания положения объектов на карте или в базах данных ГИС. Картографическая система координат определяется проекцией карты, референцэллипсоидом, осевым меридианом, одной или несколькими стандартными параллелями и возможными сдвигами значений координат x и y .

Система координат на плоскости — система для определения положения на основе двух групп прямых, образующих при пересечении прямые углы. Одна из точек пересечения выбирается в качестве начала координат. См. Декартова система координат.

Система управления базами данных (СУБД) — пакет программ, предназначенный для управления и обработки табличных данных. СУБД используется для ввода, хранения и обработки данных, а также для поиска и обслуживания запросов в базе данных. Большинство ГИС используют реляционные СУБД для работы с информацией об атрибутах.

Система управления реляционными базами данных (СУРБД) — система управления базами данных, допускающая временное или постоянное объединение таблиц данных с использованием общего поля (первичный и внешний ключ). Каждая строка, запись или объект в базе данных имеет фиксированный набор атрибутов или полей. Каждая таблица имеет первичный ключ, позволяющий однозначно идентифицировать каждую запись. Таблица может также содержать внешний ключ, совпадающий с первичным ключом некоторой внешней таблицы. Реляционное объединение осуществляется сопоставлением значений внешнего ключа с соответствующими значениями первичного ключа внешней таблицы.

Сканирование — метод ввода данных, при котором информация с твердой копии документа (на бумаге или прозрачной пленке) снимается и преобразуется в цифровое изображение с помощью оптического светочувствительного устройства. Для картографических данных сканирование служит альтернативой оцифровке. После сканирования карты графические данные обычно преобразуются в векторный формат с использованием специальных программ или с помощью прослеживания линейных и точечных объектов на экране.

Слияние — ГИС-функция, уничтожающая границу между соседними многоугольниками, имеющими одинаковые значения некоторого атрибута. Напри-

мер, многоугольники, соответствующие счетным участкам, могут быть объединены в группы, имеющие общий инспектирующий орган, для формирования инспекторских карт.

Словарь данных — каталог данных, описывающих содержание базы данных. Содержит информацию о каждом поле таблиц атрибутов, о формате, определениях и структуре этих таблиц. Словарь данных является важным компонентом метаданных.

Слой — отдельный набор данных в ГИС, содержащий объекты, принадлежащие к одной и той же теме, например дороги или дома. Термин «слой» подчеркивает способность ГИС комбинировать и накладывать друг на друга различные тематические слои, созданные в одной и той же системе координат. Другое название — охват.

Совмещение — процедура, устанавливающая соответствие между объектами двух карт или слоев ГИС-данных, при котором соответствующие объекты совмещаются. Совмещение проводится на основе ряда наземных контрольных точек и связано с преобразованиями, в том числе нелинейными.

Совмещение на границе — процедура ручного или автоматического редактирования данных в ГИС для совмещения объектов, оцифрованных со смежных листов карты. Совмещение на границе может потребоваться для соединения дорог или административных границ при объединении независимо оцифрованных карт.

Составление карты — процесс сбора, оценки и интерпретации картографических измерений и материалов для построения новой карты.

Справочная карта — в практике картирования переписи — картографический продукт (твердая копия или цифровое представление), воспроизводящий некоторую часть географической основы переписи, например участок сбора данных или статистической отчетности.

Стандартизация данных — процесс достижения соглашения по общим определениям данных, форматам, представлению и структурам всех слоев и элементов данных.

Стандарт на формат хранения и передачи изображений (CGM) — стандарт на формат файла для передачи изображений или векторных данных.

Стандартная параллель — широта, определяющая начало отсчета по координате y в картографической проекции.

Стандарт передачи пространственных данных (SDTS) — стандарт данных и метаданных для обмена набо-

рами ГИС-данных между производителями и пользователями данных, а также между программными системами и форматами файлов. К настоящему времени предложено и введено много различных национальных и международных стандартов.

Стандарты — в вычислениях — совокупность правил или спецификаций, установленных некоторым органом и определяющих, например, требования к точности, форматы обмена данными, аппаратные или программные системы.

Столбец — в ГИС — группа ячеек или пикселей в базе данных координатной или растровой ГИС, лежащих на одной вертикали. В системах управления базами данных — поле или позиция в таблице атрибутов.

Строка — в ГИС — группа ячеек или пикселей в сетке или базе данных растровой ГИС, расположенных на одной горизонтальной линии. В системах управления базами данных — запись или объект в таблице атрибутов.

Структура данных — реализация модели данных, состоящая из файловых структур, используемых для представления различных признаков.

Сфера — круглое тело, по форме напоминающее мяч. В простейшем приближении Земля представляет собой сферу, однако более точное представление о ее форме дает сфероид (см. Эллипсоид).

Схематическая карта — см. Эскизная карта.

Счетный участок — обычно минимальная территория, для которой результаты переписи суммируются, обрабатываются и пересылаются. Счетный участок определяется границами, заданными на схематической карте или в базе данных ГИС. Эти границы могут быть видны или не видны на местности. Другие названия — «блок» или «участок переписи».

Таблица — в системах управления базами данных — совокупность элементов данных, упорядоченных по строкам (записи или примеры объектов) и столбцам (поля или признаки). Количество столбцов обычно фиксируется при определении структуры таблицы, в то время как количество строк может меняться.

Теговый формат файлов изображений (TIFF) — стандартный формат файлов растра или изображений, который позволяет сохранять черно-белые, полутоновые и цветные изображения в сжатой или не сжатой форме. Сканеры и другие устройства, создающие графические файлы, часто выдают результат в формате TIFF. В ГИС в качестве стандартного TIFF-формата графических файлов утвержден GeoTIFF, позволяющий описывать графические данные дистанционного зондирования, цифровые ортофото-

снимки и растровые наборы ГИС-данных. В этом формате вводится дополнительный файл с расширением .tfw, содержащий информацию о географической привязке изображения, размере ячеек на местности и другие необходимые данные.

Тема — в ГИС — совокупность географических объектов, обычно принадлежащих к одной предметной группе (например, дороги или населенные пункты), хранящихся в одной и той же базе данных ГИС.

Тематическая карта — карта, отображающая некоторую концепцию, предмет или тему. Тематическая карта может представлять как количественную, так и качественную информацию.

Тематический слой — см. Слой.

Территориальная сеть (WAN) — компьютерная сеть, объединяющая компьютеры на большой территории с использованием высокоскоростных коммуникационных линий или спутниковых каналов.

Тип данных — тип поля (столбца) в таблице атрибутов, например символьный, с плавающей точкой или целый.

Топографическая карта — карта, отображающая в основном реальные объекты, в том числе изолинии высотных отметок, реки, дороги, населенные пункты и реперные точки. Стандартные листы карт разных масштабов, составленные национальными картографическими управлениями, обычно представляют собой топографические карты.

Топологически интегрированное географическое кодирование и обращение к данным (TIGER) — формат данных, разработанный Бюро переписей США для поддержки программ переписей и обследований. Файлы в формате TIGER представляют собой наборы ГИС-данных во внутреннем формате, содержащие диапазоны почтовых адресов на уличной сети и в счетных районах, а также границы счетных участков. Система TIGER была одной из первых попыток создания единой цифровой базы данных ГИС для переписи в масштабах страны.

Топология — в ГИС — термин, обозначающий пространственные соотношения между географическими объектами (такими, как точки, линии, узлы и многоугольники). Топологически структурированная база данных хранит не только отдельные объекты, но и информацию о том, как эти объекты соотносятся с другими объектами того же или другого класса. Например, в дополнение к совокупности линий, отображающих дорожную сеть, система хранит узлы, соответствующие пересечениям дорог, что позволяет системе определять маршруты, состоящие из нескольких отрезков. Кроме того, вместо хранения

многоугольников в виде замкнутых ломаных, при котором отрезки границы между соседними многоугольниками будут сохранены дважды, топологически структурированная ГИС сохранит каждую линию в одном экземпляре вместе с информацией о том, какие многоугольники лежат слева и справа от этой линии. Это позволяет избежать избыточности и облегчает реализацию многих функций ГИС, а также пространственный анализ.

Точечная карта — карта, на которой величины или плотности представлены точками. Как правило, каждая точка представляет определенное число дискретных объектов, например людей или голов скота. Внутри отчетных зон точки могут иметь случайное распределение либо могут отражать реальное распределение переменной.

Точка — нуль-мерный объект. Координаты x , y , применяемые в цифровой географической базе данных для представления объекта, размер которого слишком мал для того, чтобы его можно было представить в виде линии или многоугольника. К примеру, домохозяйства, родники и здания часто представляются на карте в виде точек.

Точка в многоугольнике — ГИС-операция, при которой точечные объекты сопоставляются с полигональными объектами для определения того, какие точки в какие многоугольники попадают. Пользуясь этой операцией, можно добавить полигональные атрибуты к соответствующим записям в таблице точечных атрибутов (например, информация об округе медицинского обслуживания, в который входит данная точка обследования) или суммировать точечные атрибуты для соответствующих многоугольников (например, количество больниц в каждом районе).

Точность — отсутствие ошибок. Степень соответствия измеренной величины или изображения реальному значению измеряемой величины или объекту. Формулирование требований к допустимым погрешностям и разработка стандартов точности должны проводиться на первых стадиях разработки ГИС-проекта. Точность рассматривается в широком смысле и не должна смешиваться с прецизионностью измерений, то есть возможностью различения малых количеств при измерениях. Положение некоторой точки может быть измерено с высокой прецизионностью (например, с пятью значащими десятичными цифрами), но при этом сама точка может быть взята неточно — в нескольких метрах от ее реального положения.

Точность позиционирования — термин, относящийся к точности, с которой положение реальных объектов на местности отражено на карте или в базе данных ГИС. В отличие от этого, логическая точность ха-

рактеризует только точность воспроизведения соотношений между географическими объектами.

Трансформирование — процесс, при котором изображение или сетка преобразуются из координат в системе изображения в координаты на местности. Обычно в преобразование входят поворот и масштабирование ячеек сетки, что требует пересчета или интерполяции сеточных значений. Аналогично преобразованию векторных данных.

Узел — начальная или конечная точка линейного объекта либо точка, в которой соединяются две или более линий.

Универсальная поперечная проекция Меркатора (UTM) — цилиндрическая картографическая проекция, часто применяемая при крупномасштабном (то есть локальном) картировании.

Участок — отдельный кадастровый элемент или земельная собственность.

Файл географических атрибутов — таблица базы данных, тесно связанная с пространственными объектами, хранящимися в файле координат ГИС. Файл или таблица географических атрибутов содержит специальную информацию о каждом объекте (идентификатор, имя, площадь и др.). В некоторых системах этот файл называется таблицей точечных, линейных или полигональных атрибутов. Связь с данными, хранящимися во внешних таблицах, может устанавливаться через операции реляционной базы данных.

Файл географической привязки — базовый цифровой табличный файл, содержащий имена, географические коды и, возможно, атрибуты всех географических объектов, имеющих отношение к сбору данных переписи и других исследований.

Файл обмена графическими данными (GIF) — формат файлов графических изображений, первоначально разработанный для передачи изображений на электронные доски объявлений. GIF-формат, обеспечивающий эффективное сжатие файлов, является наиболее распространенным при передаче графических данных в Интернете.

Формат векторного произведения (VPF) — векторный ГИС-формат, разработанный Национальным управлением картографии и обработки изображений США (ранее Картографическое управление Министерства обороны) для принятия в качестве универсального формата обмена векторными данными.

Формат данных — обычно обозначает специфический, возможно закрытый, набор структур данных в программной системе.

Формат обмена чертежами (DXF) — ASCII формат для представления графики или чертежей. Разработан компанией Autodesk, Inc. (Сосолито, Калифорния, США). Разработанный первоначально для САПР-приложений, позднее этот формат стал стандартом для обмена данными в ГИС.

Фотограмметрия — искусство и наука извлечения измерений и другой информации из фотографий. В контексте картирования — процедуры сбора информации о реальных объектах на основе аэрофотоснимков или снимков, сделанных со спутников.

Хороpletная карта — статистическая карта, на которой значения, полученные для отчетных объектов, сначала разбиваются на несколько классов или категорий. После этого отчетные объекты помечаются символом (закрашиваются цветом), выбранным для каждой категории.

Цветоделение — процесс разделения графического документа на отдельные страницы или файлы для каждого из четырех цветов (голубой, пурпурный, желтый и черный). Цветоделение лежит в основе большинства процессов профессиональной печати.

Центр обмена информацией — в контексте национальных инфраструктур пространственных данных — это хранилище для накопления и распространения данных, собранных в ГИС, и метаданных.

Центроид — математический центр многоугольника. Для неправильного многоугольника под центроидом можно понимать центр тяжести.

Цепь — см. Линия.

Цифровая модель высотных отметок — цифровое представление данных о высотных отметках для некоторой части земной поверхности. Обычно представляется в виде растрового набора данных, в котором хранятся значения высотных отметок для ячеек достаточно густой сети, однако возможно представление высотных отметок в векторной форме. Цифровая модель высотных отметок иногда также называется цифровой топографической моделью.

Цифровая модель местности — см. Цифровая модель высотных отметок.

Цифровой ортофотоснимок — цифровое изображение или аэрофотоснимок, как правило, с очень высоким разрешением, который прошел процедуру геометрической коррекции. Цифровой ортофотоснимок, называемый также ортоизображением, сочетает высокое разрешение аэрофотоснимков с геометрической точностью топографической карты.

Шаблон — в картографии — стандартизованный вид вспомогательных элементов карты (границ, рамок, стрелок, указывающих на север, и т. д.), которые могут быть использованы для стандартизованных серий карт. В системах управления базами данных — пустая таблица, созданная для многократного использования, в которой определены только поля или признаки.

Широта — координата y в полярной системе координат на сфере. Определяется как угловое расстояние в градусах к северу или к югу от экватора. Связана с параллелями.

Экватор — в картографии — базовая параллель, соответствующая широте 0° .

Экранная оцифровка («с поднятой головой») — метод оцифровки, не использующий планшетный дигитайзер. Вместо этого координаты снимаются при помощи мыши либо с отсканированного изображения, представленного на экране в виде фона, либо с объектов, нарисованных на прозрачной пленке (например, на майларе), закрепленной на экране монитора.

Элемент площади — участок с естественными или искусственными границами, по которому обычно суммируется собираемая и отчетная информация. Примерами могут служить зоны охвата по территории или счетные участки.

Элементы карты — компоненты тематической или топографической карты, такие, как название, легенда, масштаб, стрелка, указывающая на север, координатная сетка, границы и рамки.

Эллипсоид — в картографии — трехмерное тело, принятое для представления Земли. Малая полуось земного эллипсоида направлена от центра к полюсу, а большая — от центра к экватору. Другое название — сфероид.

Эскизная карта — карта (часто нарисованная от руки), отображающая основные объекты рассматриваемой территории. Такая карта не может обеспечить высокую точность при отражении местоположения объектов и, следовательно, не может адекватно отражать расстояния и размеры объектов. Однако эскизная карта может иметь высокую логическую точность, означающую, что отношения между объектами отражены правильно. Другое название — схематическая карта или карта, нарисованная от руки.

Язык структурированных запросов (SQL) — в системах управления реляционными базами данных — стандартный синтаксис, применяемый для определения, обработки и извлечения данных.

Java — язык программирования, позволяющий создавать пакеты программ, которые могут выполняться на различных платформах (операционных системах). Программы на Java, называемые апплетами, допускают поиск и пересылку через Интернет для выполнения на удаленном компьютере.

JPEG — формат графических файлов, разработанный Объединенной группой экспертов по машинной обработке фотоизображений (**Joint Photographic Expert**

Group). Используется главным образом для фотоизображений и позволяет существенно уменьшать размер файла.

Postscript — гибкий язык описания страниц с высоким разрешением. Используется главным образом для передачи графической информации (например, карт, построенных в ГИС) на принтер. Инкапсулированный Postscript-формат (EPS) обеспечивает возможность предварительного просмотра графики в виде небольшого битового изображения.

Дополнительные глоссарии и словари можно найти в Padmanabhan and others (1992), ASCE (1994), McDonnell and Kemp (1995) и Dent (1999). Приведенные ниже ресурсы открыты для доступа в онлайн-режиме:

Canada Centre for Remote Sensing Канадский центр дистанционного зондирования	www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/ref/glosndxe.html
Geographer's Craft Project (University of Texas) Проект общества географов (Университет штата Техас)	www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/gloss/glossary.html
GPS World magazine Всемирный журнал GPS	www.gpsworld.com/resources/glossary.htm
Perry-Castañeda Library, University of Texas Библиотека Перри Кастаньеда, Университет штата Техас	www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/glossary.html
United States Bureau of the Census Бюро переписи США	www.census.gov/dmd/www/glossary.html
United States Geological Survey Служба геологии, геодезии и картографии США	edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/glossary/index

Приложение VII. Полезные адреса, унифицированный указатель ресурсов (URL)

Пакеты ГИС

Autodesk Inc.	San Rafael, Calif., CA	AutoCAD	www.autodesk.com
Bentley Systems Inc.	Huntsville, AL	MicroStation	www.bentley.com
ESRI, Inc.	Redlands, CA	ArcInfo, ArcView, ArcExplorer, Atlas GIS	www.esri.com
Intergraph	Huntsville, AL	GeoMedia	www.intergraph.com
MapInfo Corp.	Troy, NY	MapInfo GIS	
Microsoft Corp.	Redmond, WA	MapPoint	www.microsoft.com
Oracle Corp.	Redwood Shores, CA	Oracle Spatial	www.oracle.com
UNSD Software Project	New York, NY	PopMap	www.un.org/Depts/unsd/ softproj/index.htm
Siemens	Munich, Germany	SICAD Spatial Desktop	www.siemens.com
Smallworld Systems Inc.	Englewood, CO		
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, Canada	SPANS and PAMAP	www.pci.on.ca
ThinkSpace Inc.	London, Ontario, Canada	MFWorks	www.thinkspace.com
Vision* Solutions	Ottawa, Ontario, Canada	Vision*	

Специализированное программное обеспечение

Blue Marble Geographics	Gardiner, ME	Управление координатами и средства разработки ГИС	www.bluemarblegeo.com
Caliper Corp.	Newton MA	Maptitude, GIS+, TransCAD	www.caliper.com
Core Software Technology	Pasadena, CA	TerraSoar (распределенные геопространственные базы данных), ImageNet (рассыл- ка геопространственных данных в онлайн-овом режиме)	www.coresw.com

Системы обработки изображений дистанционного зондирования

ERDAS Inc.	Atlanta, GA	ERDAS Imagine	www.erdas.com
Earth Resource Mapping	San Diego, CA	ER Mapper	www.ermapper.com
Clark Labs	Worcester, MA	Idrisi GIS	www.clarklabs.org
MicroImages Inc.	Lincoln, NE	TNTmips	www.microimages.com
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, Canada	EASI/PACE, OrthoEngine	www.pci.on.ca
Research Systems Inc	Boulder, CO	Программы визуализации ENVI	www.rsinc.com

Спутниковые изображения высокого разрешения и цифровая ортофотография

Space Imaging	Thornton, CO	Спутники Carterra и Ikonos	www.spaceimaging.com
Earthwatch Inc.	Longmont, CO	Спутники QuickBird и Early-Bird	www.digitalglobe.com
Orbital Imaging Corp.	Dulles, VA	Спутники Orbimage	www.orbimage.com
EROS Data Center	Sioux Falls, SD		
Spot Image		Spot satellites	www.spot.com
Maps Geosystems	Munich, Germany	Аэросъемка (Африка, Ближний Восток)	www.maps-geosystems.com
EarthSat	Rockville, MD	Спутниковые и картографические услуги	www.earthsat.com

Глобальные системы определения местоположения

Magellan Corp.	Santa Clara, CA		www.magellangps.com
Ashtech	Santa Clara, CA		www.ashtech.com
NovAtel Inc.	Calgary, Alberta, Canada		www.novatel.ca
Sokkia Corp.	Overland Park, KA		www.sokkia.com
Trimble Navigation Ltd.	Sunnyvale, CA		www.trimble.com

Журналы

GeoWorld, GeoAsia, GeoEurope, GeoInformation Africa, Mapping Awareness, Business Geographics	GeoWorld, Fort Collins, CO		www.geoplace.com
GPS World			www.gpsworld.com
International Journal of Geographical Information Science	Taylor & Francis, London, UK		
GeoInfosystems	Advanstar Pub., Eugene, OR		
Journal of the Urban and Regional Information Systems Association	URISA, Park Ridge, IL		http://www.urisa.org/

Разное

National Center for Geographic Information and Analysis (Национальный центр географической информации и анализа)	Santa Barbara, CA	Исследовательский центр ГИС	www.ncgia.ucsb.edu
--	-------------------	-----------------------------	--------------------

International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) (Международный институт аэрокосмической съемки и наук о Земле)	Enschede, Netherlands	Учебные курсы ГИС	http://www.itc.nl/
European Umbrella Organization for Geographic Information (EUROGI) [Европейская широкопрофильная организация по географической информации (EUROGI)]	Netherlands		www.eurogi.org
U.S. Federal Geographic Data Committee (Федеральный комитет США по географической информации)	Reston, VA		www.fgdc.gov
Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia & the Pacific (Постоянный комитет по инфраструктуре ГИС для стран Азии и Тихого океана)			www.permcom.apgis.gov.au/
Odyssey		Статьи по ГИС	
ESRI GIS jump station (станция доступа ESRI GIS)		Ссылки на ГИС-приложения во всем мире	
Деловые связи с GeoWorld			

كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة ، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف .

如何获取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.
