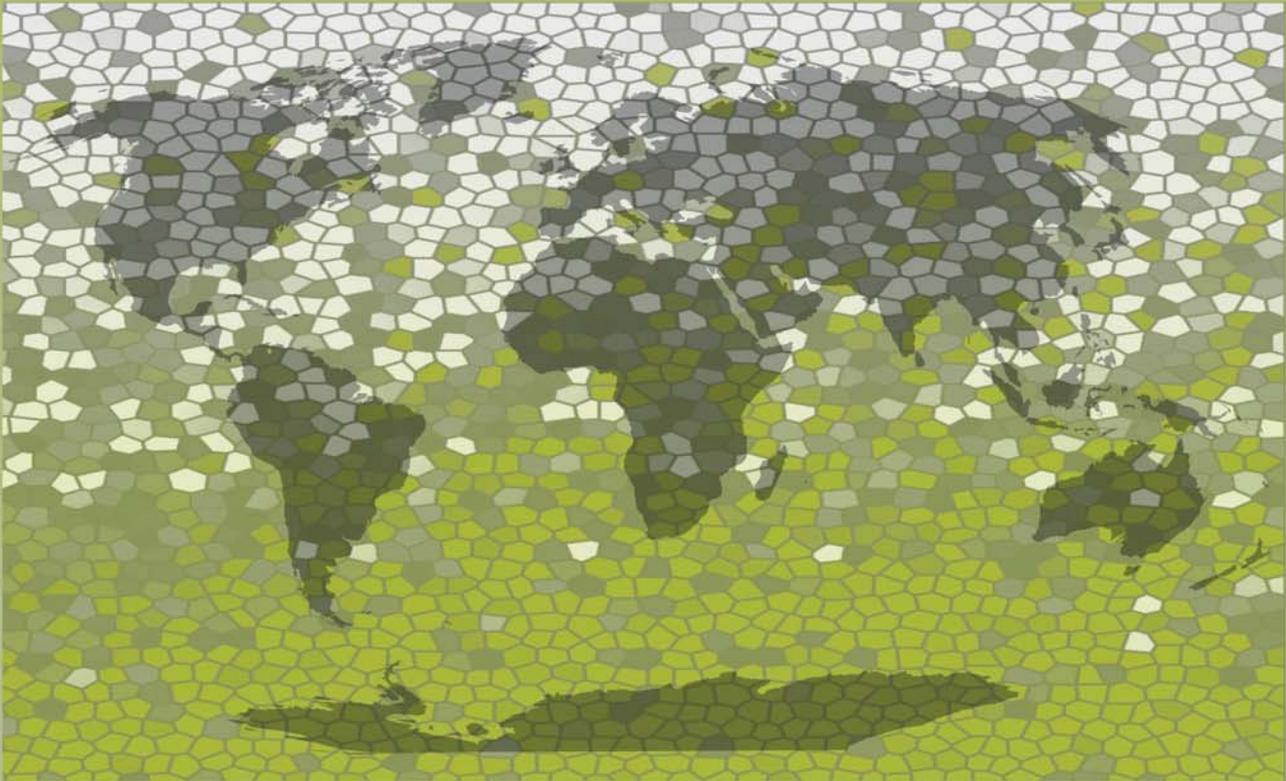


# Руководство ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ ПЕРЕПИСЯХ



Организация  
Объединенных Наций

**Департамент по экономическим и социальным вопросам**  
Статистический отдел

Методологические исследования      Серия F    № 103

# **Руководство по использованию геопространственной инфраструктуры при переписях**



Организация Объединенных Наций  
Нью-Йорк, 2010 год

## Департамент по экономическим и социальным вопросам

Департамент по экономическим и социальным вопросам Секретариата Организации Объединенных Наций является важнейшим связующим звеном между глобальной политикой в экономической, социальной и природоохранной сферах и национальными мероприятиями. Департамент работает в трех взаимосвязанных областях: i) он собирает, обрабатывает и анализирует широкий спектр экономических, социальных и природоохранных данных и информации, которые используются государствами — членами Организации Объединенных Наций для изучения общих проблем и выбора вариантов политических решений; ii) он содействует переговорам между государствами-членами во многих межправительственных органах по единому курсу действий по решению сохраняющихся и появляющихся глобальных проблем; и iii) он консультирует заинтересованные правительства о путях и средствах трансформирования политических механизмов, разработанных на конференциях и саммитах Организации Объединенных Наций, в программы на национальном уровне и посредством технической помощи содействует наращиванию национального потенциала.

### Примечание

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций какого бы то ни было мнения относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, либо властей, или относительно делимитации их границ.

Термин «страна», используемый в настоящей публикации, также относится к территориям или районам в зависимости от контекста.

Обозначения «развитые» и «развивающиеся» страны или районы, а также «более развитые», «менее развитые» и «наименее развитые» регионы предназначены для удобства статистической работы и не означают какой-либо оценки этапа в процессе развития, достигнутого какой-либо определенной страной или районом.

Условные обозначения документов Организации Объединенных Наций состоят из прописных букв и цифр. Когда такое обозначение встречается в тексте, оно служит указанием на соответствующий документ Организации Объединенных Наций.

ST/ESA/STAT/SER.F/103

ИЗДАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
В продаже под № R.09.XVIII.8

ISBN: 978-92-1-461026-7

Авторское право © Организация Объединенных Наций, 2010 год  
Все права защищены

Отпечатано в Организации Объединенных Наций, Нью-Йорк

## Предисловие

В 2000 году для использования в ходе переписи населения и жилого фонда Организация Объединенных Наций опубликовала *Руководство по географическим информационным системам и цифровому картированию*. В *Руководстве* 2000 года содержались полезные методологические указания в области картографии переписи. Однако в целях отражения последних тенденций в геопространственных технологиях и их применении в статистической деятельности, в частности в переписях населения и жилого фонда, его необходимо обновить и пересмотреть.

В рамках осуществления Всемирной программы переписи населения и жилого фонда 2010 года Статистическая комиссия на своей тридцать шестой сессии поручила Статистическому отделу Организации Объединенных Наций продолжить работу по пересмотру и обновлению *Принципов и рекомендаций в отношении проведения переписей населения и жилого фонда*. Комиссия, в частности, поручила Статистическому отделу изучить некоторые смежные конкретные темы, включая применение географических информационных систем (ГИС) как для сбора, так и для распространения данных. Эти тенденции отражены во втором пересмотренном издании *Принципов и рекомендаций в отношении проведения переписей населения и жилого фонда*, которые были приняты Статистической комиссией в марте 2007 года.

После принятия второго пересмотренного издания *Принципов и рекомендаций в отношении проведения переписей населения и жилого фонда* Статистический отдел Организации Объединенных Наций инициировал серию мер по поддержке Всемирной программы переписи населения и жилого фонда 2010 года и пересмотру *Руководства* 2000 года, принимая во внимание последние достижения геопространственных технологий. В мае 2007 года Статистический отдел организовал в Нью-Йорке совещание группы экспертов по современной практике использования географических информационных систем. Целью проведения этого совещания было получение данных для пересмотра *Руководства* 2000 года. Кроме того, в четвертом квартале 2007 года и начале 2008 года Статистический отдел провел пять семинаров по применению геопространственных технологий в операциях по картированию переписи. Два семинара были проведены в Африке для англо- и франкоязычных стран и по одному семинару — для стран Азии, Карибского бассейна и островов Тихого океана. Статистический отдел привлек консультанта Дэвида Рейна для оказания помощи в подготовке проекта пересмотренного *Руководства*. В апреле 2008 года в Нью-Йорке было организовано второе совещание группы экспертов для рассмотрения проекта пересмотренного *Руководства*.

В новом, пересмотренном и переименованном *Руководстве по геопространственной инфраструктуре при переписях* отражены рекомендации совещаний групп экспертов и региональных семинаров по ГИС и картированию переписи. На этих мероприятиях подчеркивалась необходимость применения географических программ в ходе переписи как непрерывного процесса, а не просто в форме некой последовательности операций картирования и распространения данных. Особо отмечалось также, что настоящее *Руководство*

должно демонстрировать, какую пользу может принести использование и применение геопространственных технологий и баз географических данных на всех этапах процесса переписи населения и жилого фонда. Например, в *Руководстве* должно быть показано, как эти технологии могут повысить эффективность таких этапов переписи, как подготовка, регистрация, обработка и распространение данных.

В этой связи важно, чтобы *Руководство* стало для специалистов по планированию переписи и другого профильного персонала техническим пособием по современным методам, инструментам и передовой практике, которое позволит им лучше формулировать свои потребности и более эффективно проводить операции картографического сопровождения при переписях. Одним словом, в *Руководстве* подробно отражена тематика, столь необходимая как управленческому так и оперативному персоналу. В нем освещаются организационные и институциональные вопросы, волнующие руководителей статистических организаций и других управленцев; в нем самым непосредственным образом рассматриваются технические и практические вопросы, интересующие картографов переписи и другим пользователей.

В настоящем *Руководстве* содержится шесть глав и семь приложений. Глава I представляет собой краткое введение, поясняющее охватываемый круг вопросов и саму структуру *Руководства*. В Главе II рассмотрены управленческие вопросы, которые должны учитывать руководители статистических агентств при реорганизации национальных статистических ведомств в целях полномасштабного использования геопространственной инфраструктуры. Глава III содержит техническую информацию для менеджеров по обработке данных или руководителей подразделения картографии/ГИС для использования в целях практического руководства по созданию цифровой географической базы данных счетных участков (СУ). В главе IV продолжается рассмотрение технических аспектов и подробно излагается процесс создания географической базы данных СУ с применением таких технических достижений, как глобальные системы определения местоположения (GPS) и дистанционное зондирование для внесения изменений, при необходимости с интеграцией их с работой на местах. Глава V охватывает процесс составления карт, необходимых для процедуры регистрации, с упором на оперативные аспекты, которые являются продолжением дискуссии по географической базе данных. В главе VI изложены вопросы использования геопространственной инфраструктуры для распространения результатов переписи. В приложениях I–VII в удобной форме даются справочные данные для специалистов по планированию и практическому внедрению геопространственных решений в проекты переписи.

В процессе пересмотра *Руководства* Секретариат Организации Объединенных Наций для его доработки провел консультации с картографами переписи и экспертами по ГИС из всех регионов мира. Кроме того, в *Руководстве* содержится ряд предоставленных этими экспертами примеров из практики отдельных стран в применении ГИС, GPS и цифрового картографического сопровождения переписи. *Руководство* было подготовлено Дэвидом Рейном — консультантом Статистического отдела Организации Объединенных Наций в сотрудничестве с коллективом Статистического отдела.

# Содержание

	<i>Стр.</i>
Предисловие . . . . .	iii
 <i>Глава</i>	
I. Введение . . . . .	1
A. Предисловие и причины создания Руководства . . . . .	1
B. Круг вопросов, цель и план Руководства. . . . .	3
C. Резюме по главам . . . . .	5
II. Рекомендации для руководителей национальных статистических организаций и других руководящих работников. . . . .	7
A. Введение . . . . .	7
B. Роль карт в проведении переписи . . . . .	13
C. От карт до географических баз данных: «революция» в картографии продолжается . . . . .	14
D. Рост спроса на дезагрегированные статистические данные . . . . .	16
E. Инвестирование в геопространственную технологию: издержки и выгоды . . . . .	19
F. Решающие факторы успеха при применении геопространственных методов в национальной статистической организации . . . . .	22
G. Планирование процесса переписи с использованием геопространственных инструментов . . . . .	23
H. Оценка потребностей и определение вариантов географических данных . . . . .	23
1. Оценка потребностей пользователей . . . . .	23
2. Определение номенклатуры продуктов. . . . .	25
3. Варианты географических данных. . . . .	26
4. Кадровые ресурсы и наращивание потенциала . . . . .	27
I. Институциональное сотрудничество: национальная инфраструктура пространственных данных; обеспечение согласованности с другими правительственными учреждениями . . . . .	31
J. Стандарты . . . . .	36
K. Сотрудничество. . . . .	36
L. Выводы и заключение . . . . .	38
III. Создание базы данных на уровне счетных участков для проведения переписи . . . . .	39
A. Введение . . . . .	39
B. Определение географии национальной переписи . . . . .	41

	<i>Стр.</i>
1. Административная иерархия . . . . .	41
2. Взаимосвязь между административными единицами, статистическими отчетными участками и единицами управления . . . . .	42
3. Критерии и процедуры территориального разграничения счетных участков . . . . .	44
4. Разделение на инспекторские участки (участки руководителя группы) . . . . .	46
5. Географическое кодирование или геокодирование счетных участков . . . . .	46
6. Компоненты базы данных переписи . . . . .	48
7. Согласованность счетных участков с предыдущими переписями . . . . .	49
C. Источники географических данных для определения границ счетных участков . . . . .	53
1. Типы требуемых карт . . . . .	53
2. Каталогизация существующих источников. . . . .	54
3. Импортирование существующих цифровых данных. . . . .	55
4. Преобразование географических данных из аналоговой формы в цифровую . . . . .	59
a) Сканирование. . . . .	61
i. Некоторые дополнительные соображения . . . . .	65
ii. Преимущества и недостатки сканирования . . . . .	66
b) Оцифровка. . . . .	67
Преимущества и недостатки оцифровки . . . . .	69
c) Редактирование. . . . .	70
d) Построение и обновление топологии. . . . .	71
e) Интеграция цифровой карты . . . . .	71
f) Географическое соотнесение. . . . .	72
g) Изменения проекции и системы отсчета . . . . .	74
h) Интеграция отдельных сегментов карты . . . . .	74
D. Построение базы данных счетных участков . . . . .	75
1. Реляционные базы данных . . . . .	76
Разновидности реляционных баз данных и структура географической базы данных . . . . .	77
2. Определение содержания базы данных (моделирование данных) . . . . .	79
E. Вопросы качества данных. . . . .	80
1. Требования к точности . . . . .	80
2. Контроль качества . . . . .	83
3. Деление национальной территории на единицы обработки данных. . . . .	85
4. Цифровая административная базовая карта. . . . .	85
5. Территориальные единицы, не имеющие общих границ . . . . .	86

	<i>Стр.</i>
6. Области вычислений . . . . .	87
F. Разработка метаданных . . . . .	88
G. Выводы и заключение . . . . .	91
<i>Глава</i>	
IV. Обобщение результатов работ на местах с помощью глобальных систем определения местоположения и данных дистанционного зондирования . . . . .	93
A. Глобальные системы определения местоположения . . . . .	94
1. Принцип работы глобальной системы определения местоположения . . . . .	95
2. Точность глобальной системы определения местоположения . . . . .	96
3. Дифференциальные глобальные системы определения местоположения . . . . .	96
4. Прочие глобальные спутниковые навигационные системы	98
5. Использование глобальных систем определения местоположения для картирования переписи. . . . .	99
6. Некоторые конкретные картографические задачи, связанные с глобальными системами определения местоположения . . . . .	101
7. Требования в области профессиональной подготовки для использования глобальных систем определения местоположения . . . . .	103
8. Резюме: преимущества и недостатки глобальных систем определения местоположения . . . . .	104
B. Интегрированные полевые картографические системы на базе карманных компьютеров . . . . .	105
C. Дистанционное зондирование с помощью спутников . . . . .	107
1. Использование получаемых со спутников изображений для проверки карт счетных участков на местах. . . . .	107
2. Принципы дистанционного зондирования с помощью спутников . . . . .	107
3. Разрешение данных дистанционного зондирования. . . . .	110
4. Онлайн-источники данных дистанционного зондирования . . . . .	112
5. Применение данных дистанционного зондирования для демографического анализа . . . . .	114
6. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования . . . . .	116
D. Аэрофотосъемка . . . . .	117
1. Общая характеристика аэрофотосъемки. . . . .	117
2. Применение аэрофотоснимков для составления карт переписи. . . . .	119
3. Вопросы практического и организационного характера, связанные с аэрофотосъемкой . . . . .	121
4. Преимущества и недостатки аэрофотосъемки . . . . .	122

<i>Глава</i>	<i>Стр.</i>
Е. Выводы и заключение . . . . .	123
V. <b>Использование географических баз данных (карт) в ходе переписи . . . . .</b>	<b>125</b>
А. Введение: использование геопространственных инструментов во время регистрации в ходе переписи . . . . .	125
В. Обеспечение качества, составление карты счетного участка и ведение базы данных . . . . .	126
1. Обзор . . . . .	126
2. Составление черновика карты и процедуры обеспечения качества . . . . .	126
3. Приведение в соответствие границ и атрибутивных файлов и печать обзорных карт . . . . .	126
4. Обеспечение качества . . . . .	128
5. Проверка правильности карт местными властями и окончательная проверка административных территориальных единиц . . . . .	129
6. Составление карты счетного участка (включая печать карт) . . . . .	130
С. Использование геопространственной инфраструктуры во время регистрации в ходе переписи . . . . .	135
1. Использование цифровых карт для организационного обеспечения переписи . . . . .	135
2. Мониторинг хода переписи . . . . .	136
3. Рекомендации для счетчиков по использованию карт в ходе переписи . . . . .	137
4. Обновление и исправление карт счетных участков в ходе регистрации . . . . .	137
D. Выводы и заключение . . . . .	139
VI. <b>Использование географических баз данных для распространения результатов, продуктов и услуг переписи . . . . .</b>	<b>141</b>
А. Введение . . . . .	141
В. Задачи, возникающие после переписи и между переписями. . . . .	142
Первоочередные задачи . . . . .	142
1. Внесение обновлений и изменений, предложенных счетчиками . . . . .	142
2. Агрегирование данных по участкам, используемым для сбора данных, и по участкам, используемым для составления таблиц или статистического учета. . . . .	143
3. Архивирование базы данных . . . . .	145
4. Ведение базы данных: преимущества непрерывной картографической программы . . . . .	145
С. Распространение географических продуктов переписи . . . . .	147
1. Планирование распространения данных. . . . .	147
2. Соображения по поводу разглашения данных и их неприкосновенности: проблема вычисления разности . . . . .	149
3. Маркетинг географических продуктов и услуг переписи . . . . .	151

	<i>Стр.</i>
4. Программы помощи и обучения . . . . .	152
5. Список возможных продуктов . . . . .	152
a) Файлы эквивалентности и сравнимости . . . . .	153
b) Библиотека справочных карт . . . . .	153
c) Файлы географических справочников и центроидов. . . . .	153
6. Тематические карты, предназначенные для публикации . . . . .	154
a) Возможности карт . . . . .	154
b) Составление тематических карт по данным переписи . . . . .	155
c) Цифровые атласы переписи населения . . . . .	158
i. <i>Статические атласы.</i> . . . . .	158
ii. Динамические атласы . . . . .	160
d) Методы пространственного анализа . . . . .	161
e) Вопросы составления и публикации тематических карт: типы выпускаемых карт. . . . .	166
f) Картографические инструменты и компьютерные программы. . . . .	167
7. Возможности выходных данных: цифровые файлы. . . . .	168
a) Векторные форматы данных . . . . .	169
b) Форматы растровых изображений . . . . .	170
c) Форматы данных ГИС. . . . .	173
d) Координатные данные. . . . .	173
e) Табличные данные . . . . .	175
D. Печать . . . . .	176
1. Обзор . . . . .	176
2. Типы принтеров . . . . .	176
3. Промышленная печать . . . . .	178
E. Цифровые географические данные, предназначенные для распространения . . . . .	179
1. Стратегии распространения цифровых географических данных для выхода на потенциальных пользователей. . . . .	180
a) Определение состава данных . . . . .	181
i. Данные какого уровня издавать? . . . . .	181
ii. Что выбрать: одну большую базу данных ГИС или семейство баз данных переписи? . . . . .	181
iii. Насколько тесно должны быть интегрированы границы и база данных? . . . . .	183
iv. Какой объем метаданных следует предоставлять? . . . . .	183
b) Соглашение об именах файлов . . . . .	183
c) Сжатие . . . . .	183
d) Документация, в том числе словари данных . . . . .	184
e) Контроль и гарантия качества конечных продуктов данных . . . . .	186
2. Юридические и коммерческие вопросы . . . . .	187

	<i>Стр.</i>
a) Авторское право на данные . . . . .	187
b) Выбор оптимальной стратегии коммерциализации географических данных. . . . .	187
c) Вопросы судебной ответственности . . . . .	189
3. Составление карт в Интернете . . . . .	190
a) Подходы, ориентированные на сервер. . . . .	192
b) Подходы, ориентированные на клиента . . . . .	193
c) Гибридные подходы . . . . .	194
d) Возможности распространения данных переписи, в том числе служба MapServer . . . . .	194
F. Выводы и заключение . . . . .	198
Справочные материалы . . . . .	199
<b>Приложения</b>	
I. Географические информационные системы. . . . .	203
A. Обзор географических информационных систем . . . . .	203
B. Модели данных ГИС . . . . .	208
C. Возможности ГИС . . . . .	213
II. Системы координат и картографические проекции . . . . .	219
A. Введение . . . . .	219
B. Координаты . . . . .	220
C. Свойства картографических проекций . . . . .	223
D. Более точные измерения: географические поверхности отсчета . . . . .	226
E. Масштаб карты . . . . .	229
F. Пример геосоотнесения . . . . .	230
G. Практические соображения . . . . .	233
III. Моделирование данных . . . . .	235
A. Введение . . . . .	235
B. Определение основных терминов . . . . .	235
C. Типовой шаблон. . . . .	237
IV. Пример словаря данных для распространения . . . . .	239
V. Проектирование тематической карты . . . . .	243
A. Введение . . . . .	243
B. Принципы проектирования карты . . . . .	243
C. Классификация данных . . . . .	265
D. <b>Выбор цвета</b> . . . . .	276
E. <b>Дизайн легенды карты</b> . . . . .	280
F. Карты, рассказывающие истории . . . . .	282
VI. Глоссарий. . . . .	287
VII. Полезные адреса, унифицированный указатель ресурсов. . . . .	308

Стр.

**Вставки**

II.1.	Исследования на примере четырех стран . . . . .	10
II.2.	Технологические и финансовые преграды. . . . .	20
II.3.	Три примера сотрудничества в области обмена данными . . . . .	32
II.4.	Участие и координация со стороны международных учреждений. . .	35
III.1	Критерии выбора программного обеспечения по геопространственной тематике: коммерческие программные пакеты анализа изображений и варианты бесплатных и находящихся в открытом доступе программ. . . . .	56
IV.1.	Тематическое исследование на примере опыта применения глобальных систем определения местоположения: Фиджи . . . . .	105
IV.2	Создание цифровых ортофотографических карт . . . . .	119
V.1.	Составление карт участков переписи в Индии для проведения работ на местах . . . . .	138
VI.1.	Тематическое исследование составления карт в Интернете для распространения данных переписи: Канада . . . . .	197

**Рисунки**

II.1.	Этапы планирования географических работ при проведении переписи . . . . .	24
III.1.	Типовая схема географической иерархии переписи . . . . .	41
III.2.	Иллюстрация «гнездовой» административной иерархии . . . . .	42
III.3.	Типовая схема кодирования счетных участков . . . . .	47
III.4.	Компоненты цифровой базы пространственных данных переписи . . . . .	49
III.5.	Этапы разработки географической базы данных переписи . . . . .	52
III.6.	Возможные компромиссы при выборе стратегии преобразования данных . . . . .	59
III.7.	Фотография сканера с системой подачи бумаги . . . . .	62
III.8.	Полуавтоматическая векторизация. . . . .	64
III.9.	Векторизация и сглаживание данных сканированных изображений. . . . .	65
III.10.	Координатно-цифровой стол . . . . .	68
III.11.	Экранная оцифровка. . . . .	69
III.12.	Некоторые распространенные ошибки оцифровки . . . . .	70
III.13.	Сдвиг, масштабирование, вращение . . . . .	72
III.14.	Карта в единицах оцифровки и в реальных координатах . . . . .	73
III.15.	Объединение смежных листов цифровой карты . . . . .	74
III.16.	Согласование краев после объединения смежных листов карты . . .	75
III.17.	Пример сводной таблицы счетного участка. . . . .	77
III.18.	Таблицы реляционной базы данных . . . . .	79
III.19.	Логическая точность . . . . .	81

	<i>Стр.</i>
III.20. Нарушения, возникающие вследствие недостаточной точности позиционирования . . . . .	82
III.21. Работа с административными единицами, состоящими из нескольких полигонов . . . . .	87
III.22. Озеро, занимающее значительную площадь в нескольких административных единицах . . . . .	88
IV.1. Дифференциальная глобальная система определения местоположения . . . . .	97
IV.2. Границы счетных участков, нанесенные поверх панхроматического изображения, полученного со спутника . . . .	108
IV.3. Процесс дистанционного сбора данных . . . . .	109
IV.4. Спектр электромагнитных волн . . . . .	109
IV.5. Примеры размера пиксела на аэрофотоснимках и снимках, полученных со спутника . . . . .	110
IV.6. Фотопленка в сравнении со сканированным изображением . . . .	118
IV.7. Искажения, вносимые неровностями земной поверхности . . . . .	119
V.1. Этапы контроля качества, выпуска продуктов и ведения базы данных . . . . .	127
V.2. Примерные компоненты цифровой карты счетного участка . . . .	132
V.3. Пример карты городского счетного участка . . . . .	133
VI.1. Примеры территориальных единиц, используемых в таблицах результатов переписи, и участков статистического учета . . . . .	145
VI.2. Проблема вычисления при разглашении конфиденциальных статистических данных . . . . .	150
VI.3. Варианты плана презентации для статического цифрового атласа переписи . . . . .	159
VI.4. Экранное изображение динамического атласа Украины . . . . .	162
VI.5. Буферизация полигонального объекта . . . . .	164
VI.6. Пример линейной интерполяции при создании контуров . . . . .	165
VI.7. Иллюстрация полигонов Тиссена . . . . .	165
VI.8. Пример картограммы . . . . .	166
VI.9. Процесс цифровой печати . . . . .	178
VI.10. Составление карты в Интернете. Подход, ориентированный на сервер . . . . .	191
VI.11. Составление карты в Интернете. Подход, ориентированный на клиента . . . . .	193
A1.1. Основания ГИС . . . . .	204
A1.2. Типы информации, хранящейся в ГИС. . . . .	206
A1.3. Слои данных — использование пространства в качестве системы индексирования. . . . .	207
A1.4. Точки, линии и многоугольники . . . . .	208
A1.5. Векторные модели данных: модель «спагетти» и топологическая модель . . . . .	209

	<i>Стр.</i>
A1.6. Пространственные и непространственные данные, хранящиеся в векторной ГИС. . . . .	210
A1.7. Пример растрового файла данных . . . . .	211
A1.8. Векторные и растровые модели можно использовать для обозначения, как дискретных, так и непрерывных данных . . . . .	212
A2.1. Декартова и полярная системы координат. . . . .	220
A2.2. Координаты на сфере: система координат широта–долгота. . . . .	221
A2.3. Иллюстрация процесса построения картографической проекции (азимутальная проекция) . . . . .	221
A2.4. Семейства картографических проекций . . . . .	222
A2.5. Различные способы построения проекции . . . . .	223
A2.6. Распространенные картографические проекции . . . . .	225
A2.7. Сфера в сравнении с эллипсоидом . . . . .	226
A2.8. Универсальная поперечная система координат Меркатора . . . . .	227
A2.9. Положение здания Центральных учреждений Организации Объединенных Наций в системе координат Меркатора . . . . .	228
A2.10. Контрольные точки на листе карты . . . . .	230
A5.1. Формирование визуальной иерархии за счет выбора цвета или оттенков серого . . . . .	245
A5.2. Пример карты административных единиц и основных городских населенных пунктов . . . . .	247
A5.3. Пример тематической карты плотности населения . . . . .	248
A5.4. Влияние генерализации на представление пространственных объектов . . . . .	249
A5.5. Сложность объектов реального мира иногда требует упрощения для представления в ГИС . . . . .	250
A5.6. Измерение переменных . . . . .	250
A5.7. Графические характеристики полигонов, линий и точек. . . . .	252
A5.8. Карта на основе плотности точек . . . . .	253
A5.9. Сочетание точечной и хороплетной карт . . . . .	254
A5.10. Картирование дискретных точечных объектов. . . . .	255
A5.11. Пропорциональные значки для точечных и площадных объектов. . . . .	256
A5.12. Сравнение пиктограмм с простыми графическими значками . . . . .	257
A5.13. Использование простых графических значков для отображения интенсивности и направления потоков . . . . .	257
A5.14. Изображение значений признака с помощью различного числа одинаковых значков . . . . .	258
A5.15. Карта с круговыми диаграммами . . . . .	259
A5.16. Хороплетная карта с круговыми диаграммами. . . . .	259
A5.17. Карта, отражающая изменения во времени с использованием гистограмм . . . . .	260
A5.18. Комбинация карты с пирамидами населения. . . . .	261

	<i>Стр.</i>
A5.19. Представление на карте соотношения между мужчинами и женщинами . . . . .	262
A5.20. Другие способы обозначения потоков между регионами . . . . .	263
A5.21. Представление потоков миграции в страну и из страны . . . . .	263
A5.22. Различные методы представления непрерывных данных на карте .	264
A5.23. Равные интервалы . . . . .	268
A5.24. Картирование по квантилям (интервалам равных вероятностей) .	270
A5.25. Стандартное отклонение . . . . .	272
A5.26. Назначение цвета классам, определяемым с использованием величин стандартного отклонения . . . . .	273
A5.27. Естественные точки разрыва . . . . .	275
A5.28. Различные типы легенд для карт с использованием шкалы серого цвета . . . . .	281
A5.29. Легенды, показывающие распределение статистических данных . .	281
A5.30. Комбинирование сплошной и штриховой заливки для отображения двух характеристик на одной карте . . . . .	282
A5.31. Карта, эквивалентная двумерной таблице . . . . .	283
A5.32. Небольшие серии — изображение изменений во времени . . . . .	285

### *Таблицы*

IV.1. Продукты дистанционного зондирования с помощью гражданских спутников повышенного пространственного разрешения . . . . .	112
VI.1. Сравнение старых и новых счетных участков . . . . .	144
VI.2. Предлагаемые тематические карты для включения в атлас переписи . . . . .	157
A2.1. Координаты здания Секретариата Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке, рассчитанные с использованием различных базовых эллипсоидов . . . . .	227
A2.2. Параметры преобразования . . . . .	232
A3.1. Информация для определения модели пространственных данных.	236
A3.2. Пример: административные единицы для страны с тремя уровнями административного подчинения . . . . .	237
A5.1. Сравнение различных методов классификации . . . . .	277
A5.2. Выбор цвета и оттенков серого . . . . .	279

# Глава I

## Введение

### А. Предисловие и причины создания Руководства

1.1. *Руководство по геопространственной инфраструктуре при переписях* закрепляет и развивает успех предыдущего издания — *Руководства по географическим информационным системам и цифровому картированию*, опубликованного в 2000 году.

1.2. К крупнейшим технологическим прорывам можно отнести широкое распространение персональных компьютеров, карманных компьютеров, глобальных систем определения местоположения (GPS), программного обеспечения для географических информационных систем (ГИС) и возможности получения недорогих аэрофотоснимков и спутниковых снимков. Эти технологические достижения стали для национальных статистических организаций (НСО) новыми инструментами для сбора более точной, своевременной и объективной информации о населении страны. Появление новых технологий действительно стало главным поводом для создания нового *Руководства*. В то же время есть понимание того, что внедрение таких новых методов поставит под вопрос руководящую роль НСО и приведет к изменению их организационной структуры. Внедрение новых геопространственных возможностей происходит на всех этапах программы переписи.

1.3. В *Руководстве* высказывается мысль о том, что наиболее серьезные вызовы для НСО имеют не только технический, но и организационный, институциональный и управленческий характер. Большинство государственных участников начали использовать научно-технические достижения в сфере географической информации в тех масштабах, которые необходимы для их программ. Одной из задач *Руководства* является удовлетворение этих потребностей. В большинстве стран остается неизменным нормативно-правовой мандат на проведение переписи населения. В то же время произошли такие изменения, как более широкое использование данных переписи для предотвращения стихийных бедствий и ликвидации их последствий, а также для многих других целей (более подробный список см. в главе II). К другим изменениям можно отнести расширение диапазона имеющихся данных и новые технологии облегчения процессов сбора, анализа и хранения данных.

1.4. При составлении данных для подобных видов использования страны выясняют, что можно использовать сильные стороны других государственных учреждений посредством механизма, известного как «Национальная инфраструктура пространственных данных» (НИПД)<sup>1</sup>. НИПД представляет собой организационный механизм, позволяющий осуществлять обмен данными и совместную деятельность между самыми различными уровнями правительственной структуры, в том числе национальным, региональным и местным уровнями. Дополнительные организационные вопросы, такие как финанси-

<sup>1</sup> НИПД представляет собой комбинацию технологий, политики, стандартов и людских ресурсов, необходимых для получения, обработки, хранения, распределения и совершенствования применения геопространственных данных. Концептуально НИПД состоит из следующих частей: а) организационная структура, определяющая политику, оказывающая правовую и административную поддержку при разработке, поддержании и применении стандартов в отношении наборов базовых данных; б) стандарты, определяющие технические характеристики наборов базовых данных; в) наборы базовых данных, требующие наличия геодезической основы, топографических и кадастровых баз данных; д) технологическая основа, позволяющая пользователям определять нужные для них наборы базовых данных и получать к ним доступ (см. *GSDI Cookbook*, 2000).

вание, кадры и управление проектом, хотя сами по себе и не являются техническими, но могут иметь значение для успешности тех или иных связанных с переписями геопространственных проектов. Принцип «создай однажды — используй много раз» применим к построению национальной геопространственной базы данных переписей, поскольку после своего создания она может использоваться различными национальными структурами для многих целей.

1.5. В Настоящем *Руководстве* содержатся конструктивные варианты реорганизации работы по картированию переписи и выполнению аналитических задач на основе цифровых, имеющих функцию географических ссылок баз данных. Формирование организационной структуры статистического учреждения вокруг таких баз геоданных требует тщательного планирования не только в силу необходимости предварительного вложения средств в ГИС, но также и в силу той работы, которая необходима для развития возможностей анализа данных переписи и своевременного выпуска продукта для общественного пользования. Успех ГИС как отдельной отрасли базируется на мощном потенциале геопространственной информации для решения проблем и обеспечения принятия решений.

1.6. Нарращивание возможностей в сфере ГИС может означать изменение традиционной организационной структуры НСО и конкретно расширение имеющегося картографического отдела до значительно более крупного и более универсального узлового географического подразделения с возможностями обслуживания всех потребностей в области картирования переписи. Осуществление такой реорганизации может потребовать создания получающей непрерывное финансирование организации с персоналом, имеющим надлежащий опыт для оказания помощи НСО в выполнении ее задач в рамках десятилетия. Создание целевого географического подразделения потребует формирования коллектива, не только имеющего навыки в геопространственной сфере, но и способного выполнить задачу модернизации всего процесса проведения переписи. Квалифицированный персонал должен следовать жесткому графику, обеспечивающему своевременное предоставление откорректированных подробных карт счетчикам в места их работы для проведения переписи. Цифровая база данных счетных участков (СУ) должна включать оценки жителей населенных пунктов, а также границы СУ, определенные геопространственными методами для отображения малых районов. Эти задачи потребуют непрерывного управления, включая комбинирование работ на местах (которые могут оказаться весьма затратными при обеспечении групп внедорожными транспортными средствами), и сбора данных дистанционного зондирования, что в результате обеспечит более точную и эффективную с точки зрения расходов перепись.

1.7. Планирование оперативного осуществления географической программы нужно начинать как можно скорее. В связи с длительными сроками проведения сложной структурной перестройки планирование необходимо начинать за годы до этого момента. Для целей регистрации в рамках переписи счетчикам и руководителям групп понадобятся крупномасштабные карты с высоким уровнем детализации. Составление подробных географических данных в достаточно детальном масштабе для их использования совместно с другими слоями данных ГИС, с указанием территориальных единиц или населенных пунктов потребует со стороны НСО значительного объема планирования. Создание целевого географического подразделения или информационного центра с использованием системы реляционных баз данных в масштабах всей организации может потребовать изменения организационной структуры. Составляемые

самой НСО базовые слои данных, такие как демографические данные и административные границы, могут использоваться совместно с другими пользователями, исключая, таким образом, расходы, связанные с дублированием работы. Указанные два слоя представляют собой базовые элементы НИПД. Фактически НСО, вероятнее всего, сможет внести следующий вклад в создание НИПД:

- a) Пространственная географическая база данных с отображением полигональной сети и информации по атрибутам счетных участков страны (то есть единиц, территория которых выделена для работы счетчиков в ходе переписи). Как показывает последний опыт некоторых стран, единая цифровая база данных может быть полезна при проведении сельскохозяйственных переписей и переписей населения. Данные переписи могут выпускаться на уровне СУ или суммарно по новым малым территориальным единицам, таким как населенные пункты.
- b) Библиотека административных границ в цифровой форме — от границ областей до муниципального уровня (возможно, даже до уровня земельных участков). Если проведено полное обследование этих границ и они откорректированы НСО путем сверки на местах, то можно добиться существенной экономии расходов в результате отсутствия необходимости повторной сверки границ для других целей, таких как перераспределение избирательных округов.
- c) Национальный географический справочник, содержащий географические названия и координаты населенных пунктов (называемые «Пи-кодами» (P-Codes) в рамках гуманитарного сообщества Организации Объединенных Наций). При их сопоставлении с оценками численности народонаселения такой справочник может использоваться гуманитарными организациями в целях оказания помощи в области развития и экстренной помощи. Аналогичным образом можно использовать данные по единицам жилого фонда в векторном формате.

1.8. Для обеспечения возможности обмена географическими и демографическими данными в формате ГИС с другими организациями НСО необходимо соблюдать принятые на национальном уровне стандарты базовой географической информации и метаданных. Особое внимание следует уделять системе административной классификации, которая будет использоваться для разбивки территории с целью проведения переписи. В настоящем *Руководстве* это называется геокодированием, поскольку такая система служит в качестве точки привязки демографической информации к местоположению на поверхности Земли.

1.9. В первую очередь в *Руководстве* подчеркивается необходимость разработки реалистичных планов для использования мощного потенциала ГИС и других геопространственных технологий для модернизации операций переписи и получения более качественных результатов и анализа. Делается также упор на необходимости расширения масштабов картографического обеспечения переписи до общенациональной пространственной базы всей страны.

## **В. Круг вопросов, цель и план Руководства**

1.10. Главными причинами, приведшими к изданию настоящего *Руководства*, стали быстрое развитие в последние годы средств цифровой кар-

тографии и технологий географического анализа, а также растущие потребности в пространственно соотнесенных данных о населении малых районов. Приступая к реализации проекта по проведению переписи, страна должна оценить имеющиеся возможности минимизации издержек и максимизации выгод от требуемых геопространственных операций. Наряду с информацией для основных сторонников мер в географической сфере в коллективах НСО, в настоящем *Руководстве* представлены технические и методологические принципы, обеспечивающие выбор оптимального набора средств и процедур для той или иной страны.

1.11. Очевидно, что для разных стран такой выбор будет различным в каждом конкретном случае в зависимости от множества возможных вариантов, конкретных условий и имеющихся ресурсов. Вследствие этого настоящее *Руководство* создано в виде практического справочного документа, своеобразной «книги рецептов», которая показывает роль геопространственных технологий на каждом этапе процесса переписи. Каждой стране необходимо оценить, в какой степени имеющиеся в ее распоряжении картографические процедуры укладываются в контекст собственной программы переписи и национального планирования. В каждом конкретном случае наилучшее сочетание технических средств и подходов к организации переписи будет определяться такими факторами, как наличие в стране географических справочников, технологический потенциал, квалификация персонала, выделенные финансовые средства и временные рамки, намеченные для решения географических задач в рамках переписи.

1.12. Настоящее *Руководство* не является общим учебным пособием по ГИС. Оно не содержит инструкций и порядка процедур, необходимых для работы с конкретными компьютерными программами. Оно также не является общим пособием по проведению переписи. Авторы *Руководства* с уважением относятся к великим традициям картографии переписей и подтверждают, что традиционные методы аналоговой картографии, которые долгое время успешно использовались во многих странах, до сих пор актуальны. Основное справочное издание на эту тему — *Картирование для переписей и обследований*, Бюро картографии и переписей Соединенных Штатов (BUCEN, 1978 год) — продолжает оставаться бесценным пособием как для начинающих, так и для опытных картографов. В частности, продолжают оставаться актуальными главы, в которых рассматриваются проблемы организации и управления программой картирования, определения границ счетных участков и статистических районов; в данном *Руководстве* широко используются материалы предшествующего издания. Тем не менее в результате научно-технического прогресса сегодня существуют лучшие способы решения многих задач в области картирования переписи. Поэтому настоящее *Руководство* имеет своей целью дополнить изложенные в предыдущих изданиях основные принципы, предоставляя информацию о появившихся в последнее время технологиях.

1.13. Настоящее *Руководство* предназначено для двух основных читательских аудиторий — руководящих работников, которых волнуют издержки и выгоды инвестирования в геопространственные технологии, и технических работников, в задачи которых входит внедрение географических аспектов в план проведения переписи. Пять глав *Руководства* содержат базовые понятия ГИС и картографические концепции. 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.

## С. Резюме по главам

1.14. В Главах II–VI настоящего *Руководства* охватываются те области, в которых геопространственная технология может оказать содействие до, во время и после регистрационных процедур переписи. Пересмотренная структура *Руководства* отражает решение многих стран перейти к операциям по проведению переписи на основе цифровых технологий.

1.15. В главе II рассматриваются управленческие рекомендации для руководителей статистических агентств и изложены некоторые соображения, которые следует учитывать при реорганизации НСО в целях обеспечения полномасштабного использования геопространственной инфраструктуры. Планирование мер по удовлетворению спроса на разукрупненные статистические данные, включая данные для целей управления действиями по ликвидации бедствий, требует движения вспять — от выпуска новых продуктов к требованиям, выдвигаемым к каждому этапу этого процесса. Соображения эффективности, включая анализ затрат и результатов, приводятся в этой главе для того, что подчеркнуть роль геопространственной технологии как стратегической инвестиции. Затем рассматриваются важнейшие факторы успеха внедрения геопространственной технологии, после чего дается детальный обзор процесса планирования. Сюда включается проведение оценки потребностей; определение выпускаемых продуктов и их вариантов; кадровые и иные соображения в сфере людских ресурсов, а также межведомственное сотрудничество с другими производителями и пользователями данных по каналам НИПД.

1.16. Содержание главы III имеет технический характер; она предназначена менеджерам по обработке данных или руководителям подразделений картографии/ГИС для использования в целях практического руководства по созданию цифровой географической базы данных. В ней шаг за шагом изложен процесс составления базы данных на уровне счетных участков, начиная с важности географического кодирования, административной иерархии и заканчивая элементами базы данных. Затем рассматриваются вопросы, связанные с установлением границ СУ на базе как цифровых, так и аналоговых источников. В следующих разделах рассматривается получение исходных цифровых данных с помощью сканирования и оцифровки, после чего обсуждается интеграция карт, создание топологии и геосоотнесение. В ходе создания географической базы данных могут возникнуть проблемы качества новых данных, связанные с их точностью и достоверностью, а также проблемы процедур контроля качества. Глава заканчивается подробным разделом по технике составления метаданных с упором на важность документации и с рекомендациями по стратегиям как для внутренних, так и для внешних пользователей данных.

1.17. В Главе IV продолжается рассмотрение технических аспектов, описание процесса создания базы геоданных на уровне СУ и использования таких технических достижений, как GPS и дистанционное зондирование для внесения изменений, при необходимости с интеграцией их с работой на местах. Здесь используется подход определения приоритетов для направления непосредственного внимания на те районы, которые претерпели изменения с момента предыдущей переписи. Дается разъяснение основ действия GPS, а также технических усовершенствований дифференциальных GPS, излагаются требования к подготовке персонала, и освещается применения карманных компьютеров. Затем следует раздел по дистанционному зондированию (ДЗ) со спутников со списком имеющихся источников изображений, получаемых

с помощью ДЗ и программных инструментов их визуального отображения, таких как Google Earth, после чего следует раздел об использовании аэрофото-съемки для целей переписи.

1.18. В Главе V рассматривается процесс составления карт, необходимых для процедуры регистрации, с упором на оперативные аспекты, которые являются продолжением дискуссии по географической базе данных. В нее включены разделы по вопросам контроля качества, производства карт для использования в работах на местах, по элементам и форматам карт, по печати и распространению карт, а также по использованию карт для обеспечения организационно-транспортных аспектов переписи. В ней подчеркивается, что подход, основанный на проектном управлении, должен включать планы по непредвиденным расходам в случае задержек.

1.19. В Главе VI изложены вопросы использования геопространственной инфраструктуры для распространения результатов переписи. В ней применен подход, аналогичный использованному в предыдущих главах, в отношении этапа после проведения переписи, при этом она раскрывает понятие географической базы данных (с геокодами в привязке к конкретным местам) в качестве центрального интерфейса данных для публикации продуктов переписи. В главе рассматриваются такие темы, как объединение участков сбора данных в статистические территориальные единицы, обслуживание и архивирование географической базы данных и планирование продуктов переписи. В разделе по пространственному анализу приводятся примеры и варианты визуальной интерпретации данных переписи. В этой главе рассматриваются такие дополнительные темы, как разглашение данных и их неприкосновенность (в связи с публикацией данных по малым участкам), а также варианты получения статистической организацией дополнительной прибыли за счет продажи продуктов с дополнительными возможностями, например данных на таких носителях, как CD-ROM или DVD. Также рассматриваются некоторые программные продукты, связанные с географическими данными, такие как программы просмотра карт, атрибутивные пространственные файлы для использования в коммерческих программных пакетах ГИС или онлайн-продукты.

1.20. В приложениях в удобной форме представлены справочные данные для специалистов по планированию и практическому внедрению геопространственных решений в проекты переписи. В приложении I приведена базовая информация по моделям данных ГИС и уровням их точности и достоверности. В приложении II показаны вводные данные по различным системам координат и картографическим проекциям с особым вниманием к проблемам ввода данных в ГИС. В приложении III описывается тематика моделирования данных и содержится типовый шаблон. В приложении IV приводится пример словаря данных. В приложении V даются некоторые полезные советы по проектированию тематических карт, включая обычные хороплетные карты. В приложении VI содержится глоссарий наиболее распространенных терминов ГИС. В приложении VII содержатся список контактной информации и адреса полезных Интернет-ресурсов для сбора дополнительной информации.

## Глава II

# Рекомендации для руководителей национальных статистических организаций и других руководящих работников

### А. Введение

2.1. Эта глава предназначена для менеджеров национальных статистических организаций (НСО), директоров переписи и руководителей географических отделов. В ней охвачены в основном организационно-ведомственные вопросы (то есть нетехнические вопросы, относящиеся к ГИС) с акцентом на различные аспекты применения геопространственных технологий. НСО могут производить геоотнесенные данные с большим уровнем точности и за меньшее время, однако только если эта деятельность тщательно планируется. Здесь приводятся примеры опыта отдельных стран, показывающие практическую применимость геопространственных технологий при проведении переписи.

2.2. Планирование переписи с использованием геопространственных возможностей может потребовать некоторой реорганизации НСО, ставя во главу угла ее деятельности географические аспекты, включая картографию и ГИС, а также такую тематику, как географическое кодирование и административные границы. Поскольку не существует единого технологического решения, позволяющего каждой НСО аналогичным образом модернизировать свои операции переписи, в *Руководстве* представлен широкий выбор вариантов, позволяющих НСО внедрять новые технологии на надлежащем уровне квалификации и опыта. *Руководство* предлагает целую палитру вариантов, из которых каждая НСО может сделать свой выбор, с перечислением конкретных задач, которые могут быть полностью или частично масштабированы и адаптированы в зависимости от размеров страны и НСО. Применительно к этому процессу следует подчеркнуть необходимость начала планирования на раннем этапе и обращения за помощью в случае необходимости.

2.3. Национальные правительства проводят переписи для определения точной численности населения, однако переписи также могут выступать одним из важнейших инструментов общества для научного анализа населения страны. Геопространственная технология преобразила способы презентации информации для общественного блага и содействия социальному, экономическому или устойчивому развитию. Она обещает принести ощутимый рост производительности практически в любой отрасли, используя принятый в географии центральный организационный принцип — местоположение имеет значение. Организуя информацию в географическом аспекте путем упорядоченной презентации данных вокруг местоположения того или иного объекта,

можно эффективно увязать социальные наблюдения с местами расположения таких объектов. В качестве операции по сбору данных географически соотнесенные результаты переписи дают любой стране уникальную возможность получить подробную информацию о своем населении.

2.4. Роль ГИС и геопространственных технологий в целом, включая изображения спутникового дистанционного зондирования и GPS, в деятельности правительства меняется. Во все большей степени страны видят преимущества упорядочения правительственной информации вокруг пространственной модели, которая косвенно включает и элементы географии. Использование географических баз данных дает продемонстрированную многими случаями возможность повышения показателей в таких важных областях, как эффективность производства и потребительских услуг, когда правительственные ведомства обмениваются между собой результатами и запросами, используя геопространственные инструменты.

2.5. Многочисленные исследования в области «электронного правительства» продемонстрировали преимущества внедрения новых технологий. О'Луни (2002 год) подчеркивает возрастающее размывание границ между правительством и бизнесом, социальными группами и отдельными гражданами. Использование информационной технологии для оказания тех или иных услуг обеспечивает более высокий уровень взаимодействия, и эта работа может осуществляться с помощью сравнительно немногочисленного персонала. Гарсон (2003 год) делает особый упор на более высокий уровень подотчетности, который сопровождает использование таких технологий, особенно когда пользователи информации могут проверить «арифметику» и опротестовать результаты. Хосроу-Пур (2005 год) в своей работе изучает новые системные вызовы, стоящие перед правительствами, которые требуют более активного вовлечения руководящего звена; «правительство, работающее 24 часа в сутки 7 дней в неделю» оказывает явное влияние на поставки продуктов и оказание услуг, обеспечивая более широкие возможности самообслуживания со стороны клиентов/граждан. Уайт (2007 год) подчеркивает необходимость создания транспарентной внутриведомственной политики, регулирующей использование Интернета, а также настоятельно рекомендует руководителям высшего звена более активно применять услуги подрядчиков для достижения среднесрочных целей в использовании кадровых ресурсов со смягчением негативных последствий в долгосрочной перспективе.

2.6. В связи с крупными начальными инвестициями как в аппаратное, так и в программное обеспечение, а также в связи с необходимостью реорганизации использование геопространственных технологий в операциях по проведению переписи требует тщательного планирования. Один из лидеров отрасли ГИС в Великобритании Дэвид Ринд признает, что ГИС — это не просто технология, а во все большей мере — составная часть способа деятельности, при котором сфера торговли, правительство и наука начинают работать в некотором смысле как «бизнес». Как и в случае любой другой стратегической инвестиции, необходимо тщательно взвесить издержки и выгоды ГИС. Как утверждает канадский эксперт Роджер Томлинсон, хорошее планирование является залогом успеха, будь то внедрение ГИС или любой иной технологии.

2.7. Перепись представляет собой тщательно разрабатываемое мероприятие национального масштаба, которое оказывает влияние на политику на многие годы вперед. Руководителям НСО и другим работникам управленческого звена настоятельно рекомендуется при планировании этого мероприятия учитывать, какие продукты НСО будет выпускать в течение нескольких

последующих лет. Делая обратную оценку процесса, от публикации назад к планированию и потребностям в данных, они должны решить, какие традиционные продукты переписи, включая таблицы, суммарные показатели, разбивки по признакам возраста и пола, требуется опубликовать. Им также следует планировать новые продукты, такие как атласы, DVD с разукрупненными данными, или данными по малым районам, или микроданными, а также электронные карты, которые способны удовлетворить потребности широкого спектра новых пользователей данных, повышая, таким образом, общий уровень удовлетворения запросов потребителей. С помощью использования мощных возможностей географии вполне реально добиться таких новых возможностей. Как указывает Томлинсон, ГИС — это прежде всего «горизонтальная» технология, имеющая обширные возможности применения по всему спектру производственной и интеллектуальной деятельности. Эту технологию следует внедрять для удовлетворения конкретных потребностей. При этом необходимо принимать во внимание стратегические цели НСО. Вероятнее всего основной целью будет проведение точной переписи, своевременно и в рамках бюджета. Необходимо внести ясность в те цели, которые ставятся теми или иными министерствами, определить полномочия организации, а также уточнить, каким образом это повлияет на планы проведения переписи. Томлинсон предлагает различным организациям рассмотреть, каким образом можно улучшить выполнение ими своих стратегических задач путем использования таких новых технологий, как GPS или географические базы данных. Он рекомендует проведение широкого анализа недостатков/преимуществ внедрения технологий применительно к конкретному периоду планирования переписи. Менеджерам настоятельно рекомендуется планировать номенклатуру продуктов своего агентства после консультаций с пользователями и разрабатывать описания информационных продуктов, которые позднее могут использоваться для удовлетворения их требований. Затем, учитывая эти требования, они должны разработать формат данных, создать логическую модель для планируемых данных и определить системные требования, а уже после этого планировать проведение работ.

2.8. В рамках проведения переписи НСО должны планировать реорганизацию своих систем обработки и распространения данных для публикации тех продуктов, которые требуют пользователи. Вероятно, широкомасштабное воздействие будет оказано и на организационную структуру, начиная с варианта централизации оперативной деятельности вокруг некоего ядра данных или информационного узла, которые будут служить для хранения и предоставления данных в рамках организации.

2.9. «Геоцентрическая перепись» означает организацию процесса переписи вокруг географии. Для многих НСО, активно занимающихся полномасштабным внедрением цифровых возможностей, основной проблемой часто становится использование своих ресурсов для перевода бумажных карт счетных участков из аналоговой в цифровую форму, что требует процедур тщательного сканирования и внесения исправлений, с тем чтобы СУ можно было использовать в качестве основы для новых цифровых географических баз данных. Такие новые географические базы данных затем могут сравниваться с изображениями дистанционного зондирования, такими как аэрофотоснимки или полученные со спутников изображения, после чего их можно корректировать на местах, используя GPS. Внедрение таких технологий, как сканирование, спутниковые изображения и GPS, позволяет картографическому подразделению сконцентрировать свои усилия на тех районах, которые в наибольшей степени нуждаются в обновлении с момента проведения предыдущей переписи.

2.10. В ходе регистрационных операций переписи геопространственные технологии могут планировать логистику и предоставлять руководству последние данные о ходе работ. После завершения подсчета эти технологии позволят обеспечить более широкий общественный доступ посредством распространения информации, особенно с использованием Интернета. Такой «единый геопространственный» подход может скоординировать доставку результатов переписи тысячам новых пользователей данными и расширить права и возможности действующих пользователей по направлению запросов на новые продукты и услуги.

2.11. Для любого нового технического предприятия ключевым вопросом становится наращивание потенциала. Многие руководители НСО считают, что не располагают бюджетом или административным потенциалом для реорганизации своих агентств. Этот вопрос необходимо рассматривать не как бюджетную проблему, а скорее как проблему продолжительности периода планирования. Менеджеры должны продумывать деятельность на пять или даже десять лет вперед, так как национальным статистическим организациям потребуется гораздо более высокий уровень детализации информационных продуктов, чем тот, который можно обеспечить в настоящее время.

#### Вставка II.1

#### Исследования на примере четырех стран

##### 1. Намибия

Намибия начала внедрение цифровой картографии и осуществление программы ГИС в ходе подготовки к переписи 2001 года, при этом основной целью было эффективное составление базовых карт, необходимых для проведения работ на местах. С помощью консультативной фирмы была создана инфраструктура ГИС, при этом необходимые для переписи пространственные данные собирались и оцифровывались с помощью GPS. Площадь Намибии составляет 824 тыс. квадратных километров (км<sup>2</sup>) при населении в 1,8 млн. человек, поэтому с точки зрения логистики охват всей территории стал настоящей проблемой. Центральное бюро статистики (ЦБС) провело границы счетных участков для 13 регионов и 107 субъектов и осуществило их геокодирование с использованием уникальных идентификаторов из девяти цифр. Был обозначен также дополнительный слой границ, в том числе национальных парков, ферм, общинных земель, территорий городов и населенных пунктов. Возник ряд проблем, в том числе работа с организационной структурой, которая на тот момент не включала ГИС; отсутствие квалифицированного персонала и программ его подготовки; отсутствие первичных пространственных данных; проблемы с определением границ и недоступность некоторых районов. Для решения кадрового дефицита Намибия установила партнерские отношения с Политехническим институтом в целях введения специального учебного курса по ГИС и ИКТ. Для своей переписи населения 2011 года Намибия планирует создать систему ГИС на базе Интернета, используя находящийся в открытом доступе программный пакет Postgress, который даст возможность пользователям создавать собственные карты. Хранение и доступ к данным будут обеспечиваться с помощью программы Oracle. ЦБС планирует собрать данные по единицам жилого фонда и использовать их для определения границ СУ (за дополнительной информацией обращайтесь к Оттили Мвази: omwazi@npc.gov.na).

##### 2. Бутан

Бутан провел свою перепись населения и жилого фонда 2005 года с использованием ГИС. Национальное статистическое бюро (НСБ) обеспечило полный охват при определении границ 6,8 тыс. счетных участков в стране с территорией в 47 тыс. км<sup>2</sup> и общей численностью населения примерно в 2,3 млн. человек. В ходе составления списков жилья с помощью GPS были локализованы все строения, включая приюты, временные жилища и пещеры. Пространственная информация была получена из топографических карт масштабом 1:50 000, и были созданы СУ в рамках субнациональных административных единиц. Для распростране-

ния данных НСБ создало веб-сервер и предоставило в открытый доступ свод административных границ. Некоторые карты содержали такие показатели, как занятость, здравоохранение, жилой фонд, доступ к воде, энергетика и канализационные сети. Есть планы использования цифровых базовых карт для планирования следующей переписи в Бутане (за дополнительной информацией обращайтесь к Тинли Джамтшоу Вангди: [thinly\\_j@yahoo.com](mailto:thinly_j@yahoo.com)).

### 3. Сент-Люсия

Сент-Люсия начала создание своего потенциала в области ГИС в 1995 году для проведения сельскохозяйственной переписи. Центральное статистическое управление (ЦСУ) пришло к пониманию того, что применявшиеся ранее для проведения обследования и вычерченные вручную карты рельефа неадекватны в плане решения задачи локализации единиц жилого фонда для переписи населения. При содействии со стороны отдела территориального планирования Управления землепользования и обследований Министерства планирования, Департамента лесного хозяйства и Министерства сельского хозяйства, а также со стороны частного сектора — компаний кабельной и беспроводной связи и компании St. Lucia Electricity Services ЦСУ провело оцифровку карт счетных участков и использовало высококачественную GSP для сбора пространственных данных на местах. В 2004 году ЦСУ смогло использовать аэрофотоснимки острова с помощью картографического отдела Министерства планирования. ЦСУ проложило границы населенных пунктов, используя координаты широты и долготы для каждой единицы жилого фонда, позволив, таким образом, разграничить практически каждый район Сент-Люсии. Геокодирование населенных пунктов было осуществлено с помощью девятизначных номеров. В процессе наращивания потенциала для перехода к цифровой картографии Сент-Люсия столкнулась с дефицитом кадровых ресурсов, включая отсев персонала. Несмотря на это, Управление смогло обеспечить подготовку по ГИС для имеющегося персонала и завершить намеченные задачи (за дополнительной информацией обращайтесь к Шерме Лоуренс: [sherma\\_l@slucia.com](mailto:sherma_l@slucia.com)).

### 4. Бразилия

В 2007 году Бразильский институт географии и статистики (БИГС) провел перепись по трем направлениям работы: сельскохозяйственная перепись, перепись населения и национальный реестр адресов для статистических целей. Эти работы проводились параллельно и взаимосвязано. Задействованная для этих работ территориальная база данных состоит из набора карт и картотеки (кадастра), разграничивающих территорию Бразилии на малые географические районы, или «счетные участки».

Сама территориальная база данных содержит всего 249 068 счетных участков. Из них в ходе переписи 2007 года счетчики посетили 162 770 участков, из которых 70 085 участков находились в сельской местности, а 92 685 участков — в городах.

БИГС имеет 27 отделений в штатах, штаб-квартиры которых находятся в столицах штатов. Отделения штатов координируют работу 530 местных отделений. Каждый местный офис охватывает группу муниципалитетов. Таким образом, операциями в рамках переписи можно охватить все 5 564 бразильских муниципалитета. В каждом отделении штата имеется сектор территориальной базы данных, отвечающий за картографическое сопровождение переписи соответствующего штата. Более того, в шести отделениях штатов имеются административные отделы по геодезии и картографии для региональной работы на территории страны, обеспечивающие поддержку в работе секторов территориальной базы данных в плане составления цифровых (статистических) карт муниципалитетов.

Именно эта инфраструктура обеспечила составление карт счетных участков в 2007 году. Все 530 местных отделений БИГС обновили имеющиеся бумажные карты, а секторы территориальной базы данных провели их оцифровку при содействии вышеупомянутых компаний кабельной и беспроводной связи. Вся эта работа координировалась из центра двумя административными отделами Директората наук о земле БИГС, отвечающими за картографическое сопровождение переписи соответственно в сельской и городской местности. По завершении этого этапа карты были направлены для изучения и одобрения в муниципальные комиссии по переписи, члены которых выступают представителями соответствующих местных органов самоуправления и общественности.

Для обеспечения единообразия процесса обновления территориальной базы данных по всей стране использовались автоматизированные компьютерные сети (в соответствии с подробными инструкциями по эксплуатации). Были организованы региональные и местные программы обучения. Надзорные функции осуществлялись техническими координаторами. Разработка проекта контролировалась на предмет соблюдения установленного графика с помощью системы производственного сопровождения и контроля.

Создание территориальной базы данных для переписи 2007 года было весьма сложной задачей. Этот трудоемкий процесс требовал тщательной инвентаризации имеющихся карт как в кадастровом, так и в топологическом масштабе, а также других вспомогательных документов; установления партнерских отношений с третьими странами в целях обмена документами и обобщения территориальной информации; обновления и оцифровки картографических документов; составления карт населенных пунктов, муниципалитетов и кадастровых карт; создания цифровых файлов по границам счетных участков; карт для использования на персональных цифровых органайзерах (ПЦО), а также обеспечения публикации результатов переписи.

Составление карты счетных участков для муниципальных/сельских земель базируется на систематизированных топографических картах, составляемых самим БИГС и Директоратом географической службы бразильской армии. На основе этих топографических карт, используемых в качестве вводных данных, работа ведется с помощью полуавтоматической системы составления муниципальных карт SisCart, специально разработанной БИГС на языке Visual Basic 6.0, на графической платформе и в программе управления буквенно-цифровыми данными Access 97 корпорации Майкрософт.

Система SisCart значительно облегчила составление муниципальных карт. Работая децентрализованно, SisCart дает новые функциональные возможности для решения различных ключевых задач, включая обеспечение однородности проекции и масштаба карт; геокодирование листов топографических карт, составляющих карту муниципалитета; совмещение границ прилегающих листов; обрезку листов по периметру муниципалитета; редактирование базовых данных и сносок.

Составление карты счетных участков для городских районов базируется на кадастровых картах, масштаб которых варьирует от 1:2 000 до 1:10 000. Эти карты составляются учреждениями правительств штатов и местных органов самоуправления, коммунальными службами и другими организациями. Система, используемая для составления карт городов, основана на платформе MicroStation (полностью адаптированной к требованиям БИГС). Эта система может производить все преобразования, необходимые для поглощения картографических данных из самых разнообразных источников и в самых разных системах координат. Она также может обеспечивать решение задач обновления карт, получая вводные данные как из операций на местах, так и из кабинетной работы.

Одной из главных инноваций, использованных в ходе проведения переписи 2007 года в Бразилии, стал «Национальный реестр адресов для статистических целей», первоначально составленный из архивов 2 тыс. счетных участков, обновленных в ходе переписи 2007 года. Используемые в 2007 году технологические инновации, в частности применение ПЦО со встроенной GPS, позволили БИГС создать новые продукты на основе территориальной базы данных, в том числе:

- карты 70 085 сельских счетных участков и 92 685 городских счетных участков в формате PDF;
- описание сельских и городских счетных участков в формате PDF;
- карты сельских счетных участков в формате JPG;
- 70 085 геокодированных изображений в формате программы Google Earth;
- цифровые границы муниципалитетов и счетных участков в векторном формате, включающие районы внутри периметра города и изолированные городские районы во всех 27 субъектах федерации в количестве примерно 77 тыс. многоугольников.

Все материалы, связанные с территориальной базой данных, доходили до счетчиков в местных отделениях и на станциях сбора данных, в пунктах обобщения информации в начале и конце операций по сбору данных на местах. Карты счетных участков переписи 2007 года передавались в цифровом формате на ПЦО и портативные компьютеры счетчиков вместе с описанием периметра счетных участков.

Исторически серьезное беспокойство сотрудников секторов территориальной базы данных вызывала обработка столь большого объема информации на основе собираемых в ходе переписи данных. С появлением ПЦО данные с мест, отражаемые на картах, могут передаваться и храниться на серверах БИГС для последующих обработки, анализа и включения в новые публикуемые карты, разгружая, таким образом, секторы территориальной базы данных. В процессе сбора данных счетчики наносили изменения на бумажные карты, которые также вносили свой вклад в процесс анализа значимости изменений, которые будут добавлены системой SisCart.

Операционные издержки на обновление территориальной базы данных в ходе переписи 2007 года, в том числе их доля в общем бюджете переписи, приведены в таблице, ниже.

Наем временного персонала осуществлялся по линии государственных закупок и был организован путем передачи во внешний подряд сервисным бюро и в соответствии с законодательством, регулирующим наем персонала в федеральное правительство. В 2004 году были наняты 500 помощников по проведению обследований, которые работали в местных отделениях БИГС и штаб-квартире DGC, для осуществления нескольких этапов обновления территориальной базы данных.

В 2007 году для сбора данных были привлечены примерно 68 тыс. счетчиков и 18 тыс. контролеров переписи. Все счетчики получили подготовку по работе на местах, прослушали учебный курс по концепциям территориальной базы данных, по существенным характеристикам каждого счетного участка и по процедурам внесения изменений в территориальную базу данных (за дополнительной информацией обращайтесь к Рафаэлю Кастанеде: rafaell.march@ibge.gov.br).

Стоимость проекта обновления территориальной базы данных					
Год	Обновление базы данных	Перепись 2007 года	Обновление базы данных	Перепись 2007 года	Доля расходов на обновление базы данных
	Реалы		Доллары США <sup>a</sup>		
2004	10 774 885,19	—	3 468 273,47	—	
2006	4 041 240,44	179 200 904,00	1 867 917,93	82 829 167,55	
2007	834 380,58	428 919 454,00	433 354,41	222 769 011,11	
2008	—	1 457 000,00	—	835 292,09	
Всего	15 650 506,21	609 577 358,00	5 769 545,81	306 433 470,76	1,88%

<sup>a</sup> Справочные значения курса бразильского реала (R\$) к доллару США (US\$) на 30 июня каждого года: 2008 год — US\$ 1,7443; 2007 года — US\$ 1,9254; 2006 год — US\$ 2,1635; и 2004 год — US\$ 3,10670.

## В. Роль карт в проведении переписи

2.12. На протяжении многих веков люди пользовались картами для отображения окружающего мира. На картах отмечаются расположение, расстояния, ориентация и размеры участков местности. На них также отражаются географические соотношения, различия, группы и структуры. Карты используются для навигации, исследований, иллюстрации и в качестве информационного средства в общественном и частном секторах. В той или иной степени карты применяются практически в любой области научных исследований. Коротко говоря, карты являются незаменимым инструментом во многих видах профессиональной и научной деятельности.

2.13. Картографическое сопровождение давно стало неотъемлемой частью процесса проведения переписи. Традиционно роль карт при проведении переписи сводилась к облегчению процесса регистрации и к представлению

агрегированных результатов в картографической форме. В ходе нескольких последних переписей лишь в небольшом числе случаев регистрация проводилась без помощи цифровых карт.

2.14. В самом общем виде в процессе переписи картографическое сопровождение способствует решению нескольких задач:

- a) *Карты обеспечивают полноту охвата и облегчают проведение операций переписи (до регистрации).* Бюро переписи должно 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 переписи, делят территорию страны на небольшие единицы сбора данных. Таким образом, карты, показывающие счетные участки, служат необходимым средством контроля, гарантирующим полноту охвата переписи.
- b) *Карты облегчают сбор данных и могут оказать помощь в наблюдении за проведением переписи (во время регистрации).* В ходе переписи использование карт позволяет счетчикам без труда определить закрепленные за ними географические районы, в которых они будут проводить регистрацию 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 контролерам вести стратегическое планирование, распределять счетчиков по участкам, выявлять проблемные области и быстро принимать меры по исправлению недостатков.
- c) *Карты облегчают представление, анализ и распространение результатов переписи (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.

### **С. От карт до географических баз данных: «революция» в картографии продолжается**

2.15. Сегодня карты представляют собой лишь одну из форм отображения информации, подпадая под более широкое понятие географической информации, и та форма, которую чаще всего принимает эта географическая информация, — это база данных с географической привязкой (или база гео-данных). 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, разработанные

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 того уровня совершенства, который обеспечил их быстрое внедрение в практику местного и регионального государственного управления, городского планирования, охраны окружающей среды, исследования минеральных ресурсов, сектора коммунального хозяйства и деятельность фирм коммерческого сбыта и торговли недвижимостью. Это оказало влияние на первоначальные методы использования картографических технологий со стороны НСО.

2.16. Благодаря новым источникам информации также сокращается время от начала планирования проекта до ввода в эксплуатацию базы данных. Наиболее важные усовершенствования произошли в последнее время в сферах навигации, дистанционного зондирования, анализа изображений, преобразования данных и составления карт в Интернете. Создание GPS внесло 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 уровнем детализации, достаточным для поддержки многочисленных прикладных картографических пакетов, в том числе в целях переписи. Тесная интеграция технологий GPS с данными дистанционного зондирования позволила существенно снизить издержки, связанные с точным цифровым картированием.

2.17. Развитие различных областях компьютерной техники принесло большую пользу в разработках ГИС. Усовершенствованное программное обеспечение баз данных дает возможность управлять большими массивами информации, соотношенными с цифровыми картами. Пользователи данных переписи могут создавать 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 двумерных изображений — они включают 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. Эта дающая дополнительные возможности технология позволила составителям данных перейти от бумажных карт к базе цифровых карт, обновляя имеющуюся информацию. Тем не менее исследовательская работа все еще необходима для повышения ценности конечных продуктов и услуг, ставших возможными благодаря внедрению новой технологии.

2.18. Успехи наблюдаются также в области распространения географических данных. Все важнейшие продавцы ГИС в настоящее время предоставляют средства доступа к геопространственным или географическим базам данных по Интернету. Государственные учреждения всех уровней стремятся воспользоваться этими техническими средствами для обеспечения дешевого и быстрого доступа населения к обширным объемам пространственной информации. Интернет заменяет печатные карты и цифровые средства, являясь наиболее важным средством распространения данных. Соответственно, сами

карты являются уже не статичными объектами, а динамичными мгновенными отображениями изменяющейся географической базы данных.

2.19. Программы составления карт 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 все еще требуется значительная профессиональная подготовка, картографические пакеты для персональных компьютеров не более сложны в эксплуатации, чем стандартные бизнес-приложения. Функция цифрового картирования также все более тесно интегрируется в стандартные прикладные компьютерные программы, такие как электронные таблицы, графические пакеты и пакеты управления бизнесом.

2.20. Некоторые статистические организации одними из первых стали пользоваться ГИС. Демографическая и социально-экономическая статистика составляет 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. Такая тесная интеграция ГИС в статистику весьма выгодна для национальных статистических органов, поскольку она сокращает издержки и время, необходимые для сбора, обработки и распределения информации. Использование ГИС позволяет статистическим организациям расширить номенклатуру предоставляемых услуг и тем самым существенно увеличить прибыль от инвестирования в сбор данных.

2.21. Автоматизация картографической деятельности, ГИС и другие геопространственные средства позволили более эффективно производить и карты для счетчиков, и тематические карты результатов переписи. Кроме того, совершенствование технологий и новые задачи ГИС с использованием новых источников данных, таких как дистанционное зондирование и фиксирование данных на месте с применением возможностей GPS, расширили возможности географического представления данных в рамках НСО. При этом, однако, новые технологии следует использовать в разумных пределах, исходя из стратегических целей, определяемых руководством бюро переписи. Технология — это не волшебная палочка, способная решить все организационные проблемы, и ее внедрение необходимо тщательно планировать.

## **D. Рост спроса на дезагрегированные статистические данные**

2.22. Автоматизация обработки географических данных в статистике выгодна также потребителям результатов переписей и обследований. Выполняемые географическими информационными системами 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 организации на производство высококачественной пространственно

соотнесенной информации для малых географических единиц. При тщательном планировании, то есть если НСО способны собрать информацию в малых единицах, а затем надлежащим образом суммировать ее, такая информация сможет удовлетворить потребности многих новых потребителей данных. К некоторым примерам применения таких данных можно отнести:

- a) **Планирование действий в чрезвычайных ситуациях и предоставления гуманитарной помощи.** Агентства могут подготовиться к возможности стихийных бедствий путем выявления густонаселенных районов, из которых людей трудно эвакуировать в случае пожаров, землетрясений, извержений вулканов или цунами. После крупномасштабного стихийного бедствия возникают следующие первоочередные вопросы, требующие ответа. Какие деревни пострадали? Какова численность их жителей? Сколько людей погибло, ранено и осталось без жилья? Каково состояние инфраструктуры, в частности дорог и мостов, медицинских центров, школ, систем водоснабжения, зданий госучреждений и т.д.? Если существует возможность наложить на цифровые карты плотности населения и характеристик жилого фонда данные по высоте над уровнем моря и рельефу, транспортные сети и другую географическую информацию по районам, пострадавшим от стихийного бедствия, то можно будет получить надежные оценки численности пострадавшего населения, его потребностей в медицинской помощи, продовольствии и жилье и, в первую очередь, данные о местах нахождения этих людей. Стандартные «Пи-коды» (P-Codes) для густонаселенных мест облегчают локализацию пострадавших районов, которым требуется помощь.
- b) **Моделирование зоны наводнения.** Крупные наводнения представляют собой все возрастающую угрозу для водных бассейнов во многих регионах планеты. Цифровые данные о высотных отметках и гидрологическая информация в сочетании со статистическими данными переписи по малым районам дают возможность специалистам по планированию произвести детальные оценки с целью снижения риска для населения, проживающего в подверженных наводнениям районах, и разработать планы контроля за чрезвычайными ситуациями. Использование страховыми компаниями некоторых стран таких же средств для оценки уровней риска домовладельцев позволяет им более точно определить размеры страховых выплат.
- c) **Планирование социальных и образовательных услуг.** Главной задачей местных и региональных органов власти является обеспечение условий, при которых все регионы страны имеют одинаковый доступ к предоставляемым правительством услугам, таким как здравоохранение и образование. Данные переписи по малым районам 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 распределять ресурсы между действующими центрами предоставления услуг и принимать более рациональные решения относительно размещения новых объектов.
- d) **Анализ показателей нищеты.** 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 по малым районам в сочетании с пространственно соотнесенной информацией об инфраструктуре и агроэкологических условиях могут быть использованы для оценки степени распространения нищеты и распределения малоимущих общин по территории. Эта информация повышает эффективность схем сокращения масштабов нищеты путем направления ресурсов в те районы, где потребность в них максимальна, и одновременно помогает избежать утечки субсидий в общины, не страдающие от нищеты.
- e) **Планирование коммунальных услуг.** Частные и государственные коммунальные предприятия водо-, газо-, электроснабжения и предоставления услуг связи не только применяют ГИС для управления своей материально-технической инфраструктурой, но и используют анализ пространственных данных о народонаселении для оценки существующих и будущих потребностей в услугах. Цифровые данные переписи в сочетании с цифровыми моделями местности являются ключевыми компонентами при проектировании услуг, основанных на определении местоположения пользователя в различных регионах мира.
- f) **Анализ рабочей силы.** Данные переписи по малым районам 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 работников, имеет критически важное значение для планирования транспортных систем.
- g) **Маркетинговые исследования.** Компании пользуются данными переписи по малым районам при планировании размещения новых магазинов и товарных складов, для сбора информации об обслуживании клиентов и для 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 и несложных в эксплуатации настольных картографических пакетов.
- h) **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, данные о численности населения малых районов используются для установления границ избирательных участков приблизительно равного размера. В Соединенных Штатах, например, это основная причина проведения каждые десять лет предусмотренных конституцией переписей; ГИС и данные переписей используются при разграничении избирательных участков.
- i) **Эпидемиологический анализ.** Данные переписи по малым районам в сочетании с данными распространенности заболеваний и биофизическими данными позволяют сотрудникам сферы здравоохранения оценить степень риска для населения в случае определенных инфекционных и трансмиссивных заболеваний. Информация о том, сколько людей в стране могут заразиться, например, малярией или

бильгарциозом, дает возможность лицам, отвечающим за планирование, определить ресурсы, необходимые для профилактики заболеваний. Возможность выявить, где находятся группы риска, помогает определить систему приоритетов и принять меры для предотвращения эпидемий.

- j) **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.

## **Е. Инвестирование в геопространственную технологию: издержки и выгоды**

2.23. В данном разделе обсуждаются издержки и потенциальные выгоды, получаемые от использования геопространственной технологии при проведении переписи. Существует масса вариантов, от полностью интегрированной внутриведомственной геопространственной инфраструктуры до использования, например, картографических программ в персональных компьютерах только для презентации и распространения результатов. Иными словами, не существует универсального решения по внедрению геопространственной технологии в процесс проведения переписи. Тем не менее крупные нововведения и снижение первоначальных расходов делают такой технологический переход вполне доступным именно сейчас, когда технологии GPS становятся финансово доступными, а сложные высокопроизводительные системы ГИС находят применение в недорогих персональных компьютерах. Соответствие поставленным задачам является преобладающим принципом любого анализа затрат и результатов.

2.24. Как мы подчеркивали ранее, внедрение любой новой технологии несет в себе проблемы для действующих организационных структур, а они должны внедряться только после тщательного изучения издержек и преимуществ. К издержкам можно отнести разработку систем, приобретение аппаратуры и программного обеспечения, создание прототипов, планирование кадровых ресурсов, подготовку кадров, договорное сопровождение, разработку базы геоданных, расходы переходного периода, приобретение данных, сбор данных, контроль качества, обслуживание системы и разработку новых продуктов. Переход к использованию геопространственных данных также влечет за собой расходы, связанные с оцифровкой, а именно переводом аналоговых карт счетных участков в геопространственные форматы.

2.25. Преимущества перехода на геопространственные системы в целях проведения переписи можно разбить на две категории: выгоды за счет повышения эффективности и выгоды за счет действенности/результативности. *Эффективность* означает стоимость конечного продукта, которая может быть получена на единицу исходных ресурсов. Применительно к переписи это означает осуществление большего объема работ за меньшие деньги. К выгодам за счет повышения эффективности можно отнести экономию средств за счет повышения производительности труда, экономию времени, повышение доверия к продуктам на основе геопространственных данных и их авторитетности,

лучшее качество обслуживания, более высокую точность и согласованность данных, получение дополнительных доходов. Эти выгоды могут быть получены самим бюро переписи при надлежащем планировании.

2.26. *Выгоды за счет действенности/результативности* заключаются в воздействии на политику или программы за счет улучшения информационного обеспечения, включая социальные преимущества, получаемые пользователями статистических данных — результатов переписи. Выгоды за счет действенности включают улучшение аналитических возможностей в масштабах, которые более приемлемы для исследований на региональном и местном уровне; подкрепленное информацией принятие политических решений; более широкий обмен данными с другими правительственными учреждениями или неправительственными организациями, а также более тесный контакт с широкой общественностью. Иллюстрацией затрагивающих все общество преимуществ, таких как гуманитарная помощь и планирование инфраструктуры здравоохранения, могут быть примеры, приведенные в предыдущем разделе. В реальности эффективное применение геопространственных технологий может означать сохранение жизни людей и повышение общего благосостояния населения.

2.27. По ряду причин также сложно дать количественную оценку издержек и преимуществ использования ГИС. Например, многие выгоды будут получены не агентством, которое платит за инвестиции в ГИС, а внешними пользователями, которые получают доступ к продуктам с более высокими показателями точности или к более дешевым продуктам, или теми пользователями, которые получают продукты, ранее для них совершенно недоступные. Этот фактор также обуславливает разницу между «дешевыми» и «эффективными с точки зрения расходов» альтернативами. Самым дешевым вариантом производства карт переписи, особенно в странах с низкими расходами на рабочую силу, может быть традиционный подход, основанный на ручном труде. Однако с учетом интересов общества более эффективным с точки зрения расходов вариантом может быть первоначальное вложение более крупных средств в цифровые технологии. Это обусловлено тем, что цифровые продукты могут принести гораздо более существенные долгосрочные выгоды как для самого бюро переписи или статистического агентства, так и для внешних пользова-

#### Вставка II.2

### Технологические и финансовые преграды

#### 1. Камбоджа

Камбоджа провела работы по составлению карт СУ и нанесению на карты границ деревень в ходе обследования сферы здравоохранения 2003 года. Деятельность по использованию ГИС для целей переписи проводилась Департаментом демографической статистики Национального института статистики. Картирование переписи координировалось с Министерством землепользования и Министерством внутренних дел. Группе из 30 специалистов было поручено определить границы счетных участков в виде единиц, включающих не более 120 домохозяйств. Кроме того, для составления базы данных СУ использовался вопросник, рассылаемый по деревням. Среди функций базы данных СУ были такие операции, как введение идентификаторов, проверка, кодирование, редактирование, введение данных, проверка подлинности и очистка данных по границам СУ. Для облегчения процесса работы с картами СУ были использованы штриховые коды. НИС планирует распространять результаты переписи 2008 года в онлайн-режиме, используя систему CamInfo, основанную на платформе DevInfo. По оценкам Камбоджи, расходы на составление карт и определение

границ СУ вместе с расходами на обработку данных составят примерно 15 процентов от общей сметы переписи. Особенно затратным с точки зрения ресурсов является обеспечение транспортными средствами для работ на местах и компьютерами (а также компьютерными периферийными устройствами), хотя они часто предоставляются донорами.

*Источник:* Cambodia presentation, Bangkok workshop, 2007.

## 2. Лесото

Лесото провела свою последнюю перепись населения и жилого фонда в 2006 году. Составление карт до начала этапа регистрации производилось с применением самых современных технологий дистанционного зондирования и ГИС. Это включает спутниковые изображения в естественном цвете разрешением до 2,5 м, полученные со спутника наблюдения за Землей (SPOT), и ГИС. Подготовительные кабинетные работы проводились коллективом из пяти человек. Эти работы заключались в предварительном установлении границ СУ с помощью расшифровки изображений (и на основе местного опыта), а также в подготовке карт спутниковых изображений для работ на местах по установлению границ СУ. Работы по установлению границ СУ проводились восемью группами по четыре сотрудника. Каждая группа была снабжена автомобилем и оборудованием GPS. Границы СУ были проверены и, где необходимо, исправлены. Была собрана дополнительная атрибутивная информация, такая как местные названия и фамилии местного руководства. Информация, собранная в ходе работ на местах, была введена в базу в цифровом формате, а затем на ее основе и с использованием ГИС были составлены и напечатаны карты СУ и карты для контролеров. Всего границы были установлены для 4,5 тыс. СУ. Составление карт на дорегистрационном этапе заняло девять месяцев. На содержание персонала, занятого составлением карт на дорегистрационном этапе, пришлось примерно 5 процентов от общей сметы переписи. Около 40 процентов сметы переписи на дорегистрационный период было затрачено на получение спутниковых изображений. Хотя эта сумма весьма значительна, она привела к экономии более 60 процентов средств, выделенных на работы на местах, поскольку отпала необходимость в подготовке отдельных эскизных карт по каждому СУ. В итоге этот современный подход привел к появлению продукта более высокого качества, а также к экономии примерно 20 процентов средств по сравнению с первоначальной сметой, основанной на применении эскизных карт.

*Источник:* Geospace Inc. presentation, Lusaka workshop, 2007.

телей, формируя инициативу подлинно национального масштаба. Кроме того, нет гарантий сохранения низкой стоимости рабочей силы.

2.28. Бюджетные инвестиции в ГИС имеют явно выраженную «начальную нагрузку», и это означает, что основная доля расходов приходится на самое начало осуществления проекта, в то время как ощутимые выгоды могут материализоваться на значительно более отдаленном этапе цикла осуществления проекта. При сравнении издержек и преимуществ традиционного подхода к составлению карт и цифровой картографии одним из наиболее существенных различий является то, что при традиционном подходе карты воспроизводятся вручную для каждой переписи. Это обуславливает большой объем ненужного дублирования работы. Слишком часто в прошлом картирование переписи проводилось сугубо в рамках отдельного проекта. За несколько лет до проведения переписи формировался коллектив для ускоренного составления вручную эскизных карт переписи, которые использовались исключительно в целях регистрации. Спустя несколько лет этот процесс начинался заново для следующей переписи.

2.29. Наличие долгосрочной стратегии внедрения геопространственной технологии означает отношение к картированию переписи и созданию географической базы данных, как к непрерывному процессу с регулярным обслуживанием баз данных постоянным базовым персоналом, часто повышающим квалификацию. В случае аналоговых карт расходы часто оказываются

выше выгод, поскольку бумажные карты могут использоваться исключительно в целях переписи. Применительно к цифровым технологиям крупные первоначальные инвестиции, вероятнее всего, приведут в результате к снижению расходов на обслуживание и обновление и к устойчивым выгодам в долгосрочной перспективе. Долгосрочные выгоды будут, вероятно, значительно выше, поскольку результатом этого процесса является создание цифровой базы данных, которую НСО и другие государственные учреждения смогут использовать в самых различных целях.

## **Г. Решающие факторы успеха при применении геопространственных методов в национальной статистической организации**

2.30. Помимо очевидных издержек, которые для любого геопространственного проекта применительно к переписи могут быть выражены в количественных показателях, имеется ряд сложных проблем, которые могут привести к провалу проекта или помешать полной реализации его возможностей. По большей части такие проблемы возникают из-за отсутствия планирования, в результате неправильного выбора оборудования и программного обеспечения, а также вследствие различных организационных ошибок. Обзор реальных проектов ГИС позволяет выявить ряд общих черт, характерных для случаев успешного использования ГИС. Приведенный ниже список решающих факторов успеха адаптирован конкретно к деятельности НСО:

1. детальное стратегическое, оперативное и управленческое планирование на основе реалистичных оценок затрат и усилий, связанных с внедрением проекта, с обозначением ясных целей и задач применительно к геопространственным работам; хорошо продуманные процедуры контроля и обеспечения качества;
2. решение о капиталовложениях в ГИС принимается с учетом потребностей и существующих проблем, а не исходя из технических соображений; технология рассматривается не как независимый дополнительный элемент, а как неотъемлемая часть общей управленческой стратегии;
3. инициативное или ответственное лицо (лица) назначается (назначаются) для обеспечения развития геопространственных методов в рамках организации при поддержке высшего руководящего звена;
4. применительно к кадровым ресурсам наличие возможностей предоставления подготовки и поддержки профильным сотрудникам и руководству; возможности обеспечения кадровых потребностей, включая возможность сохранения квалифицированного персонала и найма подрядчиков в случае необходимости; наличие письменных контрактов с четко оговоренными условиями с продавцами, консультантами, партнерами и клиентами в системе правительства и за ее пределами;
5. завершение оценки потребности пользователей и предварительное определение номенклатуры выходной информационной продукции с четким графиком реализации; наличие обоснованного плана долгосрочного финансирования, включая мероприятия по возмещению затрат, а также стратегию ценообразования на информационную продукцию, в том числе точные оценки расходов на техническое

- обслуживание и смежных издержек; частые проверки выполнения небольших этапов по выпуску информационной продукции дляощрения соблюдения заранее согласованных временных рамок;
6. заключение соглашений о сотрудничестве с другими заинтересованными сторонами, в том числе в области использования геопространственных данных и/или инфраструктуры; обеспечение обмена данными в виде подробной документации и метаданных между пользовательскими сетями;
  7. применимость и пригодность систем и продуктов;
  8. соблюдение географических стандартов;
  9. использование методологий интегрирования данных;
  10. использование ясных протоколов, например применительно к GPS, для сбора и обработки данных.

## **Г. Планирование процесса переписи с использованием геопространственных инструментов**

2.31. 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 сформированной организационно-ведомственной основы и четко спланированной стратегии оперативной работы. Планирование в данной работе включает вопросы организационного характера, такие как организационная структура подразделений географического обеспечения (в том числе формирование штата персонала и сотрудничество с другими учреждениями), четкое определение географии переписи и проектирование базы геопространственных данных. Как показано на рисунке II.1, эти этапы могут осуществляться более или менее одновременно, используя одобренные в рамках всей организации методологии, при этом большая часть выбираемых решений зависит также от принятой стратегии ввода данных.

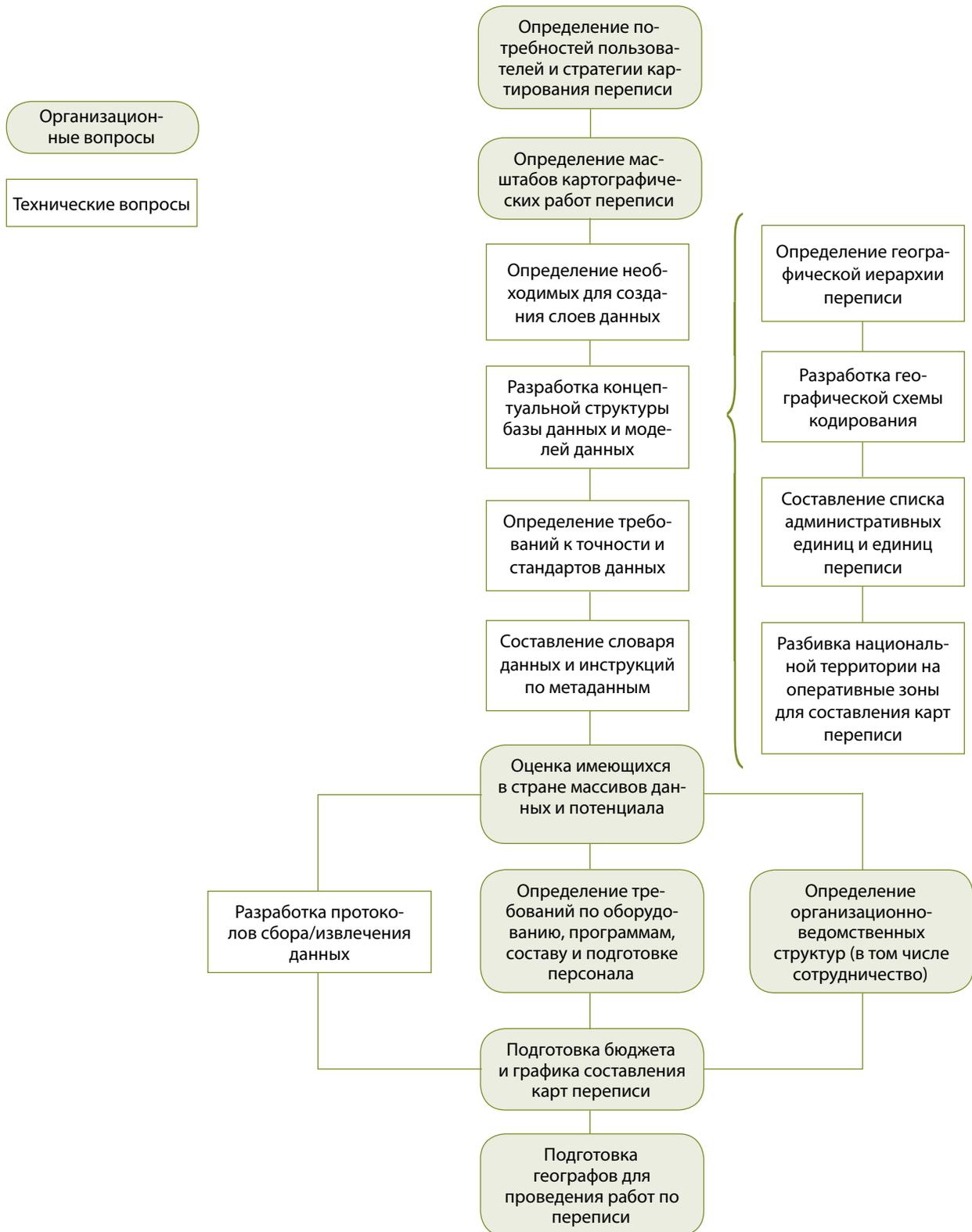
## **Н. Оценка потребностей и определение вариантов географических данных**

### **1. Оценка потребностей пользователей**

2.33. Для успешного планирования переписи требуется проведение широких консультаций с основными пользователями информации, которая будет составлена по результатам переписи. Это процесс должен включать консультации по *географическому содержанию*, или, иными словами, по географическим структурам, включая административные иерархии или уровни обобщения, а также по *базовым географическим продуктам*, помогающим в анализе данных переписи. Этот элемент планирования должен быть включен в общую программу консультаций по переписи. По мере возрастания спроса на пространственно соотнесенные данные переписи все большее значение в этом процессе будут занимать консультации по географическим продуктам. Следовательно, в консультативные группы, участвующие в процессе планирования переписи, необходимо включать учреждения, использующие статистические

Рисунок II.1

## Этапы планирования географических работ при проведении переписи



(продолжение на рисунке III.5)

карты. Бюро переписи на этапах планирования должно провести консультации с тремя основными группами:

- a) **Лица и учреждения, участвующие в проведении переписи.** В целях получения полной информации о ресурсах и возможных узких местах НСО должна 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 является исключение дублирования работ.
- b) **Пользователи картографической продукции переписи.** Это в основном представители других правительственных учреждений, академического исследовательского сообщества и частного сектора.
- c) **Широкая общественность.** 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, организация по картированию переписи должна осуществлять тщательное планирование, с тем чтобы предвидеть спрос на свои данные.

## 2. Определение номенклатуры продуктов

2.34. Потребности пользователей будут определять номенклатуру конечных продуктов, которые должны быть получены в результате цикла картирования переписи. Создаваемые НСО конечные продукты, которые более подробно рассматриваются в главе IV, с целью повышения их актуальности для пользователей должны всегда содержать надлежащую документацию, включая коды и метаданные. К примерам таких продуктов можно отнести:

- комплект цифровых карт счетных участков или полученных на их основе статистических единиц для обеспечения производства всех конечных продуктов, которые будут выпускаться для правительственных учреждений и широкой общественности;
- файлы географических границ в цифровой форме для всех статистических отчетных единиц, для которых составляются таблицы показателей переписи;
- перечни всех статистических и административных отчетных единиц, включая города и деревни, их названия с учетом вариантов и географические координаты;
- 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;
- векторные слои данных с указанием географических объектов, таких как детали ландшафта, дороги, школы, больницы и клиники, которые могут быть использованы для пространственного анализа данных и народонаселения;

- 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.

2.35. Требования пользователей являются наиболее важным определяющим фактором при разработке географической базы данных переписи. Безусловно, эти требования должны быть соотнесены с имеющимися на данном этапе цикла бюджетными ресурсами. Выбор стратегии в географической области определяют различные другие факторы. В том числе:

- имеющиеся финансовые и людские ресурсы;
- существующие цифровые и аналоговые картографические продукты;
- степень интеграции между картографическими и статистическими или иными профильными учреждениями страны;
- технические возможности статистической организации и сотрудничающих с ней учреждений;
- компромисс между применением технологий, требующих иностранной валюты и ведущих к зависимости от зарубежных технологий, и расширенным использованием низкоквалифицированных трудовых ресурсов, что может обеспечить благотворное влияние на местную экономику;
- размеры страны с точки зрения как населения, так и территории, а также доступности тех или иных районов с учетом рельефа местности и водоемов;
- временные рамки планирования и выполнения картирования переписи.

### 3. Варианты географических данных

2.36. Каждая страна начинает свою деятельность в географической сфере с собственного 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 в зависимости от бюджета и сроков:

- создание цифровых карт на базе существующих эскизных карт;
- слои данных или пространственные файлы по счетным участкам переписи с географическим соотношением с соответствующим кодированием и метаданными, которые могут быть надлежащим образом интегрированы с прочими цифровыми географическими базами данных;
- включение опорных географических слоев, показывающих, например, дороги, реки, детали рельефа, точечные и другие объекты, — они могут быть включены в качестве простых изображений, взятых из сканированных карт, или созданы в виде собственной структурированной векторной географической базы данных по каждой единице;

- 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 единиц жилого фонда, созданная с помощью географических систем позиционирования.

2.37. Этот перечень не является полным и имеет иллюстративный характер. Все эти вопросы подробно обсуждаются в следующих разделах настоящего *Руководства*. Наиболее подходящая для той или иной страны географическая стратегия определяется на базе адаптированного к данной стране подхода с учетом ее потребностей и ресурсов. В настоящем *Руководстве* описывается ряд возможных технических и организационных вариантов. Бюро переписи должно выбрать из них те методы и процедуры, которые наиболее полно отвечают потребностям страны.

#### 4. Кадровые ресурсы и наращивание потенциала

2.38. Ключевым фактором, определяющим успех или неудачу проекта географического обеспечения переписи, является заинтересованный и квалифицированный персонал. Цели проекта картирования переписи не зависят от того, ручным или компьютерным способом будут составляться карты. Однако использование компьютеров требует от персонала, занимающегося географическим обеспечением переписи, наличия ряда новых навыков, поскольку те же продукты создаются с использованием иных средств. Кроме того, цифровая географическая база данных может использоваться и для многих иных задач. Поэтому бюро переписи должно обеспечить выполнение дополнительных требований к продуктам и услугам, которые не существовали ранее. Следовательно, каждый член коллектива, выполняющего географические задачи переписи, обязан в должной мере обладать компьютерной грамотностью.

2.39. 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 работы, включая работу с базами данных и электронными таблицами, управление файлами и основные сетевые операции. Таким образом, лишней становится лишь относительно небольшая часть опыта картографов и географов, но требования к их профессиональным навыкам возрастают. Например, для картографов с традиционной подготовкой уже не будут нужны некоторые методы ручного картирования, 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 карт счетных участков или тематических карт с использованием ГИС или настольных программных картографических пакетов. Как правило, проще обучить специалиста в конкретной области компьютерным методам работы, чем учить специалиста по компьютерам той профессии, для которой используется то или иное специальное программное приложение.

2.40. Ниже дается 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 бюро переписи.

2.41. **Планирование.** На ранних этапах проекта должна быть сформирована группа, которая будет определять общую стратегию цифрового картирования переписи. Для этой цели потребуются специалисты, обладающие знаниями в области географии, знакомые с геопространственными и компьютерными приложениями и имеющие опыт картирования переписи. В дополнение к персоналу бюро переписи 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 НСО стран, уже перешедших на цифровое географическое обеспечение переписи, или из международных организаций, так как эти специалисты могут внести полезный вклад в процесс планирования и провести расчеты расходов на альтернативные варианты.

2.42. **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, быть знаком с географическими информационными системами и методами цифрового картирования. Желательно иметь опыт в области картографии переписи, в идеальном случае полученный в ходе предыдущей переписи. Руководящий опыт или подготовка в области управления необходимы для контроля за финансовым планированием, 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 геопространственных технологий и быть готовым к перестройке географической стратегии переписи в случае изменения условий или появления возможности использования лучших решений. Важно не формулировать стратегию уже после начала процесса и опасаться эффекта «расползания миссии». Механизмы изменения контроля дают основное средство для реагирования на возникновение неожиданных препятствий в выполнении плана.

2.43. **Преобразование геопространственных данных.** Ответственными за практическое выполнение преобразования картографической информации в формат цифровой базы данных являются специалисты по преобразованию данных. Они имеют подготовку по соответствующим методам, таким как сканирование, оцифровка и редактирование баз геопространственных данных, 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. Важную роль играет также знание новых источников данных и технологических последствий получения новых материалов для помощи в создании географических баз данных.

2.44. **Сканирование и оцифровка карт.** Хотя сканирование приобретает новых сторонников и заняло заметное место в стратегиях ввода данных многих НСО, но наиболее проверенным вариантом остается оцифровка. Лица, не имеющие профессиональной подготовки в области географии или в аналогичной области, могут сравнительно быстро получить соответствующую техническую подготовку. Однако работа по оцифровке носит весьма

однообразный характер, и, хотя этот процесс требует четкой концентрации, внимания к мелочам и хорошего понимания структуры цифровых географических баз данных, эта работа обычно может быть поручена техническому персоналу. Ведущие специалисты по оцифровке должны также получать подготовку в области обеспечения и контроля качества. Это требование к подготовке также применимо к экранной оцифровке.

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

**2.46. Работа на местах.** Требования к работе на местах для географического обеспечения переписи изменились вместе с методами, используемыми для производства цифровых карт. Поскольку глобальные системы определения местоположения (GPS) становятся важнейшим инструментом сбора данных на местах, соответствующий персонал должен быть подготовлен для работы с этими системами, а возможно, и уметь пользоваться портативными и карманными 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.

**2.47. Системное администрирование.** Как уже говорилось ранее, НСО должны инвестировать ресурсы в целевые информационно-коммуникационные (ИК) центры, которые способны обслуживать ГИС, а также другие потребности в сфере ИК/обработки данных. 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 простоев, осуществление поддержки работы специалистов-картографов и обеспечение сохранности данных (например, резервное копирование данных). И даже если системные администраторы не участвуют непосредственно в деятельности по картированию переписи, они тем не менее являются важнейшими членами географического подразделения, так как практически отвечают за надежное функционирование компьютерной системы. В некоторых случаях администрирование компьютерных систем для географического отделения бюро переписи может осуществляться персоналом общего отдела компьютерных средств этого бюро.

**2.48. Специальные требования.** В зависимости от принятой стратегии картирования переписи осуществляющая эти работы организация может столкнуться с необходимостью в сотрудниках с некоторым дополнительным опытом. Например, если для обновления карт переписи будут широко применяться средства дистанционного зондирования, в штате должен быть специалист, имеющий подготовку в области анализа цифровых изображений. Также могут потребоваться другие специалисты, например операторы для работы с высокопроизводительной системой сканирования карт или специалисты по программным системам управления базами данных и компьютерному программированию. Могут понадобиться также специалисты по графическим

программам, работе с Интернетом или по связям с потребителями. Опыт всех таких специалистов окажется полезным для разработки баз данных и для оптимизации программных систем.

**2.49. Уровни подготовки.** В некоторых странах иногда оказывается недостаточно подготовленных для работы с геопространственными системами специалистов, которые могут быть привлечены на постоянной или временной основе в рамках проекта картирования переписи. Бюро переписи должно оценить возможности их подготовки для обеспечения того, чтобы имеющийся 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 перейти на цифровые методы. Для разных целей потребуются различные направления подготовки:

- a) Для всего персонала бюро переписи, включая персонал и руководителей 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 картографии переписи другими подразделениями бюро переписи. Такие семинары может вести руководитель проекта или специалист из числа персонала географического обеспечения переписи.
- b) Короткие семинары внутри подразделений с последующей стажировкой на рабочих местах могут потребоваться для подготовки к выполнению задач, имеющих рутинный характер, таких как сканирование, оцифровка или редактирование. Разработанные новым персоналом продукты должны быть подвергнуты тщательному анализу, с тем чтобы выяснить, нуждается ли этот персонал в дополнительных инструкциях или в дополнительной подготовке или необходим перевод на другую работу.
- c) Основной состав географов, участвующих в картировании переписи, должен получить дополнительную подготовку для освоения работы с программным обеспечением ГИС и методов цифрового картирования. Учитывая высокую стоимость обучения, на курсы, проводимые 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.
- d) Применение специализированных методов, таких как цифровая обработка изображений или усложненные функции компьютерных баз данных, как правило, требует профессионального уровня подготовки или эквивалентного практического опыта работы. В случае если нанять требуемый персонал невозможно, бюро переписи должно до

начала реализации проекта картирования рассмотреть вопрос о направлении постоянного сотрудника для подготовки в один из университетов. В настоящее время во всем мире многие университеты и учебные центры специализируются на проведении одно- и двухгодичных курсов по обучению работе с ГИС, дистанционным зондированием и связанными с этим методам (списки учебных заведений, предлагающих подготовку в сфере геопространственной информации, приводятся в приложении VII).

## **I. Институциональное сотрудничество: национальная инфраструктура пространственных данных; обеспечение согласованности с другими правительственными учреждениями**

2.50. Во многих странах производство цифровых географических баз данных осуществляют многочисленные правительственные учреждения. Национальные картографические управления все шире используют цифровые методы на всех стадиях процесса составления карт. При этом другие правительственные организации, включая учреждения транспорта, здравоохранения, экологии и водных ресурсов, тоже применяют геопространственные технологии для управления собранной ими информацией и использования ее для анализа и планирования. Компании частного сектора, например коммунальное хозяйство, электросвязь и горнодобывающая промышленность, также осознали преимущества, которые предоставляет им получение географической информации в цифровой форме.

2.51. Государства — члены Организации Объединенных Наций постепенно начинают придавать созданию инфраструктуры географической информации по крайней мере столь же важное значение, как строительству дорог, телекоммуникационных сетей и предоставлению других базовых услуг. Сегодня широко признается, что развитие национальных инфраструктур данных в лучшей мере обеспечит наличие пространственных данных и доступ к ним со стороны правительственных учреждений, частного сектора, университетов и гражданского общества в целом. Действительно, инфраструктуры пространственных данных позволят НСО получить доступ к накопленному внутри страны опыту, а также к имеющимся цифровым источникам данных, таким как базовые данные в геопространственных форматах для использования в прикладных программах ГИС. В рамках этой структуры НСО рассматриваются как информационные узлы данных и поставщики содержательных материалов для всей страны.

2.52. В настоящее время национальные инфраструктуры пространственных данных (НИПД) существуют более чем в 100 странах мира. К некоторым возможным источникам информации и опыта, которые могут оказать содействие НСО в создании инфраструктуры пространственных данных, можно отнести национальные картографические управления, министерства по вопросам охраны окружающей среды и планирования и вооруженные силы. Базовая организационная структура для НИПД включает курирующее министерство, ведущее агентство, организацию или сеть производителей и пользователей данных, координационный комитет и технические рабочие группы.

2.53. Установление контакта с действующей НИПД требует выяснения контактного лица в ведущем агентстве. Основной контактной организацией,

как правило, выступает национальное картографическое управление. К примерам данных, по которым возможен обмен, можно отнести базу данных осканированных топографических карт или цифровых векторных данных по территории в масштабе 1:100 000 или меньше, которые могут использоваться для установления границ счетных участков, данных по высотам над уровнем моря, данных по гидрографии и транспортным сетям, причем вся указанная информация помогает в определении границ территорий охвата переписи.

2.54. Доступ к этим основным географическим базам данных необходим большому числу пользователей как из правительственных учреждений, так и из других структур. Многим из этих пользователей требуется доступ к

### Вставка II.3

#### Три примера сотрудничества в области обмена данными

##### 1. Предоставление оборудования Фиджи со стороны ЮНФПА

Разработка новых технологий по географическому обеспечению переписи предоставляет мощный инструмент для повышения эффективности проведения переписи. На Фиджи фактический процесс регистрации контролировался группой специалистов Бюро статистики Фиджи, которая с помощью устройств GPS осуществляла геосоотнесение каждой отдельной единицы жилого фонда, занимаемой домохозяйством. Это стало одним из примеров повышения ценности результатов переписи, поскольку данная процедура обеспечила составление гораздо более точных карт, что облегчит проведение будущих переписей и других статистических мероприятий. Финансирование операций с GPS было предоставлено Фондом Организации Объединенных Наций в области народонаселения (ЮНФПА), который предложил расширить использование устройств GPS на другие тихоокеанские островные государства, которые изъявляют желание провести аналогичные мероприятия. Такой договор о предоставлении помощи является неоценимым инструментом для наращивания потенциала и сбора ценной информации в ходе переписи (за дополнительной информацией обращайтесь к Скотту Понтифeksu, сотруднику Секретариата Тихоокеанского сообщества).

##### 2. Секретариат Тихоокеанской комиссии по прикладным наукам о Земле (СОПАК) и соглашение об обмене и обработке данных между тихоокеанскими островными государствами

За последние несколько лет существенно снизились расходы на приобретение получаемых со спутников изображений, которые позволяют использовать программы GPS для географического обеспечения переписи, в частности для установления границ счетных участков. Тем не менее большинству национальных статистических организаций пока еще сложно покрывать такие расходы. Международные и национальные статистические организации могут оказать огромное содействие, предоставляя свои массивы данных для помощи в проведении переписи. В этом контексте Секретариат Тихоокеанской комиссии по прикладным наукам о Земле (СОПАК) имеет доступ к спутниковым изображениям, которые он может бесплатно предоставлять всем островным государствам Тихого океана. СОПАК также может осуществлять сканирование и геосовмещение имеющихся карт. Это обеспечивает отличный трамплин для географического обеспечения переписи на современной платформе. Национальные статистические организации сейчас изучают возможность использования этих предлагаемых СОПАК услуг для целей переписи населения и жилого фонда (за дополнительной информацией обращайтесь к Скотту Понтифeksu, сотруднику Секретариата Тихоокеанского Сообщества).

##### 3. Опыт обмена данными в Соединенных Штатах

Бюро переписи Соединенных Штатов работает с официальными представителями племен, администраций штатов, округов и местных органов самоуправления, а также с координационными ведомствами, такими как региональные комиссии по планированию, в плане осуществления ряда программ обмена географической информацией. Знания и опыт, предоставляемые местными партнерами, позволяют Бюро переписи Соединенных Штатов удовлетворять потребности в статистических и геопространственных данных, составление

которых является частью его миссии: быть источником статистических данных для лучшего понимания состояния нации.

Десятилетняя перепись и ежегодное обследование американских общин проводятся в Соединенных Штатах в основном путем рассылки вопросников по почте домохозяйствам по всей территории страны. Тесное сотрудничество с Почтовой службой Соединенных Штатов позволяет регулярно обновлять список адресов в главной адресной картотеке географического отдела Бюро переписи, которая служит основным источником адресов для рассылки вопросников. В соответствии с договором о конфиденциальности Бюро переписи Соединенных Штатов консультируется по списку адресов с представителями племен, административных штатов, округов и местных органов самоуправления для обеспечения точности рассылки, обеспечивая, таким образом, точность подсчета.

Для сбора, сведения в таблицы и распространения статистических данных важную роль играет правильное установление границ. Бюро переписи Соединенных Штатов ежегодно проводит обследование границ и присоединенных территорий, в ходе которого местные органы власти проводят обзор границ своих территорий и сообщают о любых их изменениях. При подготовке десятилетней переписи региональные планирующие организации и администрации имеют возможность провести обзор статистических единиц и рекомендовать их изменение для лучшего удовлетворения своих местных потребностей в данных.

Расширение использования систем ГИС местными администрациями Соединенных Штатов дает возможность таким федеральным агентствам, как Бюро переписи Соединенных Штатов, получать на основе партнерских отношений высокоточные и обновленные геопространственные данные, что помогает этому агентству вести свою общенациональную «Топологически интегрированную систему географического кодирования и привязки» (MAF/TIGER). Система MAF/TIGER представляет собой источник для всех географических мероприятий, проводимых этим статистическим агентством, таких как адресная поддержка, использование пространственных данных, геокодирование и картографическое сопровождение.

Координация и сотрудничество с другими федеральными агентствами в области создания национальной инфраструктуры пространственных данных осуществляются посредством активного участия Бюро переписи Соединенных Штатов в деятельности таких групп, как Федеральный комитет по географическим данным. Соглашения с такими агентствами, как Национальная геодезическая служба, помогают Бюро получать самую точную информацию о местоположении единиц жилого фонда. Наконец, тесное сотрудничество с Национальным советом штатов по географической информации и Национальной ассоциацией графств вызывает необходимые партнерские отношения с местными органами самоуправления.

Текущие тенденции развития партнерских отношений играют важнейшую роль в обслуживании геопространственной инфраструктуры, необходимой для проведения переписей и обследований. Сейчас в Соединенных Штатах уже не выгодно с точки зрения расходов формировать и поддерживать тот объем и качество адресных и пространственных данных, которые в предшествующие десятилетия зависели от централизованных усилий на федеральном уровне. Тесное сотрудничество с партнерами на местном уровне предлагает новые возможности получения данных более высокого качества для обеспечения функционирования геопространственной инфраструктуры любой статистической организации (за дополнительной информацией обращайтесь к Тиму Трейнору: [timothy.f.trainor@census.gov](mailto:timothy.f.trainor@census.gov)).

\* \* \*

Чрезвычайно важно обеспечить сотрудничество на местном уровне, когда речь идет о получении, использовании и разработке прикладных сфер применения ГИС. Создание координационных центров и пользовательских групп ГИС представляется оптимальным путем для того, чтобы обеспечить синергетический эффект и избежать дублирования и неэкономного использования и без того скудных людских ресурсов. Нельзя недооценивать важность постоянной и хорошо организованной технической помощи, предоставляемой со стороны национальных и международных учреждений. Для многих стран это является жизненно важным элементом наращивания их потенциала в области проведения таких сложных мероприятий, как перепись. Успех переписи очень часто зависит от успешного проведения предшествующей ей общественной информационно-пропагандистской кампании. Ресурсы на проведение такой кампании часто поступают от внешних доноров и международных учреждений, и такие возможности необходимо использовать в полной мере.

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. К базовым слоям, которые образуют элементы национальных пространственных базовых данных, относятся [см. материалы Экономической комиссии для Африки (2007 год)]:

- a) **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;
- b) **географическая база** — изображения (аэрофотоснимки или изображения высокой точности, полученные со спутников), гипсография (рельеф местности) и гидрография (поверхностные водные объекты; ими могут быть естественные водоемы, например реки или озера, или искусственные — такие, как каналы);
- c) **административно-пространственная структура** — административные единицы субнационального уровня, такие как области и районы, с обозначенными по поверхности границами, географические названия и единицы/районы землепользования;
- d) **инфраструктура** — дороги, внутренние водные пути, железные дороги и любая инфраструктура, используемая для перемещения людей, перевозки грузов и оказания услуг;
- e) **природная среда** — типы почв, зоны растительности, географические названия населенных пунктов.

2.55. Наиболее важными для целей бюро переписи являются административные единицы. Ясно, что счетные участки должны быть согласованы с границами, которые образуют административную иерархию страны, и с распределением населения. Тем не менее слои данных, таких как транспорт и гидрография, также важны для картирования переписи, поскольку дороги и реки образуют естественные границы счетных участков.

2.56. После проведения переписи от НСО потребуется передать ее результаты и продукты другим участникам национальной инфраструктуры пространственных данных. Границы счетных участков вместе с данными переписи, такими как базовая демографическая информация и, вероятно, характеристики жилого фонда и общинных образований, являются важным источником данных для других правительственных и частных организаций. НСО также может передать набор данных, содержащих центральные точки (центроиды) счетных участков. 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 телекоммуникационных услуг.

2.57. Из концепции национальной инфраструктуры пространственных данных, которую составляет географическая база данных с географическим соотношением, в отношении деятельности по картированию переписи происходят три следствия:

- a) Бюро переписи несет ответственность 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, осуществляющая картирование переписи, в отношении географических данных должна придерживаться действующих национальных географических стандартов.
- b) Для обеспечения совместимости с другими наборами данных и упрощения разработки карт переписи подразделения по картированию переписи должны тесно сотрудничать с другими правительственными организациями, участвующими в процессе картирования. Кроме обеспечения согласованных стандартов и определений, такое сотрудничество приведет к сокращению стоимости работ, поскольку поможет избежать дублирования деятельности.
- c) НСО должны уделять особое внимание вопросам, касающимся географического соотнесения. Для наложения различных наборов данных, которые охватывают одни и те же географические районы, необходимо знать, как осуществлялось позиционирование объектов. Иными словами, необходимо знать проекцию и базис, а также особенности системы координат для обеспечения пространственной взаимосвязи между объектами в различных наборах данных.

#### Вставка II.4

#### Участие и координация со стороны международных учреждений

##### 1. Глобальная картографическая инициатива

Глобальная картографическая инициатива была выдвинута в 1992 году на Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, состоявшейся в Рио-де-Жанейро. В 1996 году был создан Международный руководящий комитет по глобальному картографированию для координации работы сети официальных картографических организаций стран-участниц. В марте 2007 года 172 страны и территории по всему миру передавали или составляли данные для создания Глобальной карты. Целью Глобальной карты является отображение всей поверхности суши Земли в масштабе 1:1 000 000, с пространственным разрешением в 1 км. Данные будут обновляться примерно каждые пять лет для контроля хронологических изменений. Глобальная карта представляет собой платформу для поддержки четырех базовых карт в растровом формате (землепользование, почвенный покров, растительность и высота над уровнем моря) и четырех карт в векторном формате (населенные пункты, дренажные системы, транспорт и границы). Данные Глобальной карты общедоступны по каналам Интернета для некоммерческих целей (более подробная информация находится на веб-сайте: [www.globalmap.org](http://www.globalmap.org)).

##### 2. DevInfo

Разработанный Детским фондом Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) программный пакет DevInfo является инструментом для помощи странам в мониторинге выполнения Целей развития тысячелетия (ЦРТ) и для содействия их достижению с помощью политических мер, межсекторальных стратегий и разработки надлежащих мер вмешательства. DevInfo — программный пакет общего назначения для составления и презентации данных. Помимо функций хранения данных, DevInfo предоставляет легкие в использовании функции поиска по базе данных и построения различных графиков (таблиц, диаграмм и карт) для

их включения в доклады и презентации. Как ожидается, DevInfo станет мощным пропагандистским инструментом, который внесет большой вклад в повышение осведомленности и расширение знаний о ЦРТ на уровне отдельных стран, а также в базирующееся на информационных источниках формирование политики (более подробная информация находится на веб-сайте: [www.devinfo.org/](http://www.devinfo.org/)).

### 3. Инфраструктура пространственных данных Организации Объединенных Наций

Инфраструктура пространственных данных Организации Объединенных Наций (ИПД ООН) была предложена в 2005 году для содействия и достижения целей устойчивого развития и повышения эффективности гуманитарных и миротворческих операций. По своей идее ИПД ООН представляет собой всеобъемлющую децентрализованную рамочную структуру геопространственной информации, которая облегчает процесс принятия решений на различных уровнях путем обеспечения быстрого и надежного доступа к геопространственным данным, их извлечения и распространения. ИПД ООН обеспечивает оперативное взаимодействие между инфраструктурами геопространственных данных, созданных в конкретных целях в учреждениях Организации Объединенных Наций, между группами учреждений Организации Объединенных Наций с единой сферой интересов, а также между государствами — членами Организации Объединенных Наций и их региональными и тематическими объединениями и партнерами. Доступ к геопространственным данным и услугам, их извлечение и распространение будут обеспечиваться ИПД ООН без дублирования в системе Организации Объединенных Наций (более подробная информация находится на веб-сайте: [www.ungisw.org/unsdi.htm](http://www.ungisw.org/unsdi.htm)).

2.58. Вклад статистической организации в общенациональные усилия по созданию НИПД может также включать и другие формы сотрудничества, в том числе обязанности по участию в совещаниях по планированию и поддержке своей информированности о состоянии развития страны. От НСО также потребуется предоставление метаданных.

## J. Стандарты

2.59. В целях содействия обмену данными между пользователями информации совершенно необходимо координировать разработку географических баз 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), Ассоциация глобальной инфраструктуры пространственных данных (ГИПД), Комитет по геоматике Международной организации по стандартизации (ISO-TC/211), Консорциум OpenGIS (OGC), активно работают по определению стандартов географических данных.

## K. Сотрудничество

2.60. В ходе создания цифровой географической базы данных бюро переписи может наладить сотрудничество с другими правительственными учреждениями или с частным сектором. В разных странах с успехом используются обе эти возможности. Как отмечалось выше, национальное картографическое управление является наиболее естественным основным связующим звеном между правительственными учреждениями, особенно для НСО, кото-

рые только начинают работу в этой области. При этом другие учреждения (например, кадастровые, экологические ведомства и органы местного самоуправления) также могут предоставлять ресурсы или быть заинтересованными в совместном несении затрат по созданию высококачественной базы данных переписи. Из организаций частного сектора поставщики программного и аппаратного обеспечения могут оказать поддержку техническому аспекту процесса картирования переписи, заключив или договор с бюро переписи, или соглашение о совместном несении затрат, по которому частная компания возвращает свои капиталовложения путем продажи базы пространственно соотнесенных данных переписи. К другим потенциальным объектам сотрудничества можно отнести поставщиков информационного продукта, научные учреждения и организации управления дорожным хозяйством. Следует, однако, отметить, что сотрудничество с другими учреждениями является желательным, но не обязательным условием. Учитывая, что главным приоритетом для учреждения, осуществляющего картирование переписи, является создание географической базы данных переписи, ему следует избегать полной зависимости от внешних поставщиков данных.

2.61. Любые партнерские отношения или формы сотрудничества должны быть основаны на общности интересов и на тщательно сформулированном соглашении. Необходимо определить следующие элементы соглашения о сотрудничестве или протокола о взаимопонимании:

- a) **Формализация.** Должно ли быть сотрудничество достаточно свободным или необходимо, чтобы оно было более официальным? Для подписания и введения в действие более официального соглашения потребуется значительное время, но это позволит избежать последующих разногласий по вопросу о правах и обязанностях в отношении разработки и использования информационных продуктов. Следовательно, в большинстве случаев необходимо ввести в действие официальное, юридически оформленное письмо о взаимопонимании между бюро переписи и соответствующей организацией-контрагентом, которое охватывает все необходимые аспекты партнерских отношений. Такие формальные соглашения, имеющие силу контракта, являются обязательным условием в случае сотрудничества с поставщиками данных или услуг из частного сектора. Не следует упускать в соглашении такие важные вопросы, как необходимость определения стандартов, как для внутреннего, так и для внешнего применения, стоимость четко поставленных задач и необходимость управленческого обеспечения.
- b) **Сфера партнерских отношений.** Соглашения о сотрудничестве могут оговаривать лишь использование данных другого учреждения или же предусматривать разработку с нуля новой крупной комплексной базы пространственных данных. Необходимо также оговорить протоколы использования данных муниципалитетов и других географических или административных образований низшего уровня.
- c) **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.
- d) **Выгоды.** Очевидно, что соглашение должно быть выгодным для всех его участников, если только одна организация просто не приобретает услуги другой. Полезно определить, какую выгоду получают различные

- партнеры соглашения, с тем чтобы справедливо распределить между собой задачи и сферу ответственности.
- e) **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.
  - f) **Распределение затрат.** Любые прямые и косвенные затраты, связанные с деятельностью в рамках партнерства, должны распределяться на справедливой основе. Бухгалтерский учет может оказаться довольно непростым, поскольку вклады могут осуществляться в денежной форме, в форме предоставления данных, труда, использования оборудования или в какой-либо иной форме.
  - g) **Возмещение затрат.** Если распространение конечных продуктов приносит прибыль, она должна распределяться с учетом затрат, понесенных в ходе управления и распределения данных. Это также включает четкое определение использования на основе соглашения и авторских прав в отношении конечных продуктов.
  - h) **Разрешение конфликтов.** На случай возникновения разногласий в ходе выполнения проекта желательно заранее установить порядок разрешения возможных конфликтов.

## L. Выводы и заключение

2.62. Планирование проведения переписи с применением геопространственных возможностей потребует решения таких вопросов, как финансирование, кадровое обеспечение и управление проектом. Как показано выше, НСО имеют отличную возможность использовать новые геопространственные технологии, в том числе широко распространенные персональные компьютеры, портативные устройства, GPS и недорогие аэрофотоснимки и спутниковые изображения для получения информации о населении своей страны. Для многих НСО в целях внедрения этих технологий встанет задача привлечения новых талантливых кадров и реорганизации своей структуры. Это означает осознание таких проблем, как привлечение и сохранение квалифицированного персонала, причем многие страны испытывают затруднения в решении этих проблем.

2.63. НСО необходимо получить информацию о работе, ведущейся в сфере НИПД, как для получения доступа к ценным базовым данным для использования при планировании переписи, так и для распространения данных и информации по итогам проведения переписи. Концептуальным подходом для НСО в этом плане являются преодоление предварительного этапа принятия на себя обязательств и переход к этапу оперативной деятельности, начиная с решения практических вопросов. Следуя по такому пути, НСО смогут получить требуемые им ответы для разработки плана геоцентрической оцифровки, надлежащим образом масштабированного для потребностей страны, что позволит им увидеть эффективность применения полученной информации. Следует всегда помнить о важнейшей роли планирования. Для обеспечения успеха руководство организации должно четко ставить цели и обеспечивать выполнение стратегического плана.

## Глава III

# Создание базы данных на уровне счетных участков для проведения переписи

### А. Введение

3.1. Как отмечалось в главе II, использование геопространственных технологий для повышения качества данных является в некотором смысле организационной задачей, включающей постановку целей и привлечение кадровых ресурсов надлежащей квалификации. Реорганизация структуры национальной статистической организации (НСО) вокруг узлового центра географической информации означает выстраивание взаимосвязи между географией страны и различными наборами информации, которые НСО и использует, и производит. Взаимосвязь между географией и базами данных устанавливается посредством механизма кодирования. Первым шагом является увязка управленческих вопросов, описанных в главе II, с техническими аспектами, показывающими, каким образом географическая база данных переписи становится рабочим центром, в память которого заносятся различные формы информации переписи и который проводит их оценку.

3.2. Ключевой целью настоящего *Руководства* является разработка оперативного плана создания базы данных на уровне счетных участков (СУ) для проведения переписи, отражающего изменения, которые происходят в способах проведения переписи. Перепись — это нечто большее, чем просто мероприятие по сбору данных. Она также дает возможность странам наращивать потенциал в сфере информационных технологий (ИТ) в ходе реализации своих целей в области развития. В то время как раньше перепись была единовременным мероприятием, обычно проводимым раз в десять лет, сегодня ведение точной географической базы данных для переписи представляет собой непрерывный процесс.

3.3. Содействие операциям переписи путем перехода на цифровые геооцененные методы работы легко окупится в будущем по мере расширения доступности нового поколения продуктов для самого широкого круга пользователей. Курс на повышение точности переписи путем внедрения геопространственных технологий — это достойная одобрения услуга обществу. В связи с отдачей сил и вложением средств, необходимых для реорганизации операций картирования переписи, НСО могут воспользоваться опытом работы своих предшественников и использовать карты, составленные в предшествующие годы.

3.4. В настоящей главе вводится понятие «географическое кодирование», которое слегка отличается от понимания этого термина применительно к

ГИС, — а именно сличение адресов. Принятое в Организации Объединенных Наций определение термина «геокодирование» значительно шире. Оно означает установление связи между статистическими наблюдениями и реальным местоположением, выраженным долготой и широтой или иными локализационными признаками. Проще говоря, географическое кодирование — это способ обеспечения того, что «данные знают, где они находятся». Хотя настоящая глава развивает это более широкое определение понятия «геокодирование», в ней также подчеркивается важность для переписи и традиционного (то есть атрибутивного) кодирования.

3.5. Геокодирование предназначено для охвата континуума пространственных масштабов — от отдельных единиц жилого фонда посредством их регистрации на уровне счетных участков до более высоких административных и национальных уровней. Его успешное применение зависит от деления страны на административные районы с известной территорией и их цифрового обозначения посредством компьютерного кодирования. В схеме такого кодирования должно учитываться одно важное качество схем геокодирования, а именно возможность масштабирования и гибкость, что позволяет достигать универсального охвата и дает простор для развития.

3.6. Административные иерархии основаны на идее о том, что в пределах территории страны существуют границы, которые служат для демаркации фактической территории штатов или областей и районов либо для целей проведения выборов или мониторинга состояния здоровья населения и работы почтовой службы. Все эти различные географические уровни могут заноситься в базу данных вместе с их кодом административного уровня и числом входящих в них единиц. Например, единицами второго административного уровня (ADM2) выступают области, а единицами третьего административного уровня (ADM3) — районы. В идеале любая организация, имеющая геопространственную базу данных, должна иметь доступ к этим единицам в ГИС-формате для использования в своих различных проектах.

3.7. Далее в данной главе рассматриваются стандарты и координация в управленческом разрезе. Национальные стандарты требуют координации. Если статистическое агентство является уполномоченным органом (то есть депозитарием кодов), то для такой НСО возникает необходимость в разработке прозрачного и обоснованного плана. Здесь следует подчеркнуть необходимость в региональной координации, особенно в крупных странах.

3.8. Роль НСО в установлении административных границ варьирует между отдельными странами. Иногда НСО может обладать правовыми полномочиями определять на территории границы субнациональных единиц или может де-факто иметь такие полномочия. Если НСО не имеет полномочий установления субнациональных границ, она должна работать с другими правительственными учреждениями в области использования плана геокодирования и, возможно, его адаптации к конкретным потребностям переписи. В этом случае также может потребоваться определенная региональная координация.

3.9. Среди тем, охватываемых настоящей главой, стоит определение понятия «география национальной переписи», включая административные иерархии и критерии, а также процесс установления границ СУ; кодирование географических районов, в том числе СУ, и обеспечение их совместимости с предыдущими переписями; источники географических данных для установления границ СУ и процедуры импорта этих данных; преобразование географических данных посредством сканирования и оцифровки; создание и ведение топологии; создание базы данных СУ; вопросы качества данных; создание метаданных.

3.10. Как и в любом ином случае, необходимо тщательно разрабатывать планы. Кроме того, важно подчеркнуть, что в условиях растущего спроса на данные по малым районам возникает необходимость в реалистичной оценке потребностей страны.

## В. Определение географии национальной переписи

### 1. Административная иерархия

3.11 Одно из первых решений, принимаемых при планировании переписи, относится к административным единицам, по которым будут публиковаться данные переписи. Административной единицей может быть любая специальная географическая единица, однако в основном ими являются единицы государственного управления, то есть территории, которыми управляет некий государственный орган власти. Подготовка к проведению переписи предусматривает составление перечня всех административных единиц и статистических отчетных единиц страны. Должны быть определены взаимосвязи 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 (см. рисунок III.1).

3.12. Только часть из этих иерархических уровней может иметь реальное административное значение, например уровни области, района и населенного пункта могут иметь столицы, имеющие местные органы управления, ответственные за свои регионы. Другие единицы могут выполнять исклю-

Рисунок III.1

Типовая схема географической иерархии переписи



чительно статистические функции, то есть они предназначены для презентации данных, а не управления территорией. На рисунке III.2 представлена «гнездовая» структура административных единиц и счетных участков для простого примера, имеющего всего четыре иерархических уровня. В некоторых случаях, однако, административные единицы могут быть не полностью сгруппированными в «гнезда». В частности, при наличии как административных, так и иных статистических отчетных единиц, бюро переписи может столкнуться с весьма сложной системой географических регионов.

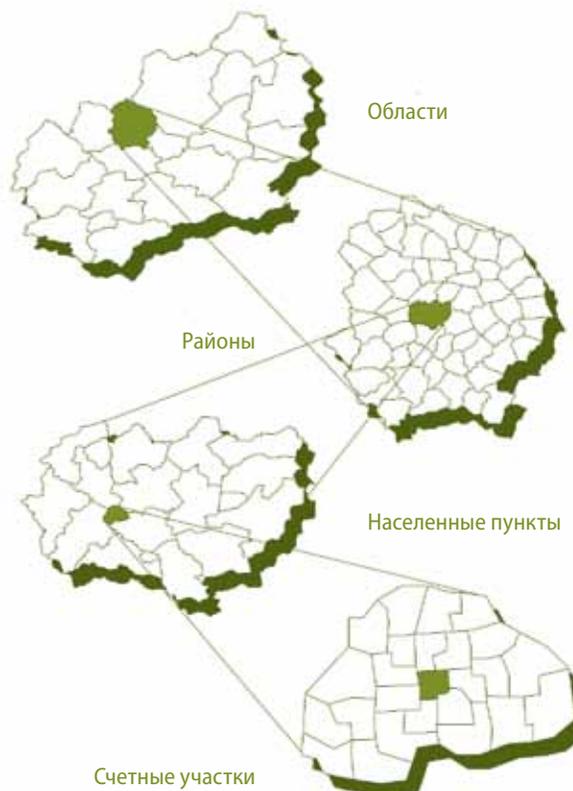
3.13. Не все уровни имеют одинаковое значение. Например, многие страны разбивают территорию на основные регионы, которые, как правило, определены географически, например *север — юг — юго-запад — восток* или *горы — равнины — береговая зона*. Эти регионы зачастую не несут административных функций, но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

## 2. Взаимосвязь между административными единицами, статистическими отчетными участками и единицами управления

3.14. В дополнение к административным единицам во многих странах существует ряд других групп территориальных единиц, которые используются для разных целей и по которым существует необходимость составления

Рисунок III.2

Иллюстрация «гнездовой» административной иерархии



информации переписи. Эти районы используются для особых целей, и их границы могут устанавливаться весьма приблизительно. Например:

- округа системы здравоохранения;
- области рынка труда;
- избирательные округа;
- почтовые зоны;
- районы обособленной культуры или проживания племен;
- городские агломераты или столичные области;
- сельскохозяйственные или экономические участки переписи;
- участки с разбивкой по правам землевладения или кадастровые участки;
- зоны коммунальных служб (районы водо- или электроснабжения).

3.15. Дополнительную информацию об этих специальных географических районах можно получить путем контактов с уполномоченными ведомствами той или иной страны или посредством использования инфраструктуры пространственных данных. С точки зрения их пространственного распределения некоторые из таких районов не будут точно соответствовать административной иерархии страны. При определении счетных участков учреждение, осуществляющее картирование, должно учесть максимальное 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 руководящие принципы, обеспечивающие необходимый учет неадминистративных единиц. В целом, при создании счетных участков учреждение, осуществляющее картирование, должно разделить все группы областей на те, где совместимость обязательна, желательна или маловероятна, и рассматривать их соответствующим образом.

3.16. Для некоторых отчетных зон или зон управления страны цифровые данные по границам уже могут быть созданы профильными 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 географических баз данных переписи. Там, где есть возможность 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.

3.17. В рамках статистической организации 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.

3.18. Необходимо также обеспечивать координацию между статистической организацией и другими ведомствами или уровнями правительства по вопросу о том, какая организация отвечает за ответственное хранение данных об административных границах и в каких случаях в них могут вноситься изменения. До проведения переписи границы должны быть «заморожены» (это рекомендуется сделать не менее чем за шесть месяцев до переписи), с тем чтобы изменение границ не вносило разночтение в фактические коды районов. НСО также могут «маркировать по дате» конкретные варианты административных границ, чтобы они отражали внутреннее административное деление страны на момент переписи.

### 3. Критерии и процедуры территориального разграничения счетных участков

3.19. Счетные участки представляют собой оперативные географические единицы для сбора данных переписи, и их разграничение осуществляется на самом раннем этапе процесса переписи. Независимо от того, используются ли ручные или цифровые методы картографии, разграничение счетных участков ведется аналогичным образом. При формировании СУ следует принимать во внимание следующие критерии. Участки должны:

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

3.20. Одни из этих условий облегчают сбор данных переписи, другие оказывают помощь СУ в производстве конечных продуктов, то есть обеспечивают взаимосвязь между участками сбора и табулирования данных. Следует помнить, что целью переписи является сбор данных, полезных для административного и политического руководства и других пользователей данных переписи. Поэтому максимальная гибкость и способность производить наилучшие конечные продукты важнее, чем удобство регистрации в ходе переписи. Тем не менее разграничение СУ должно быть обоснованным с точки зрения логики проведения работ на местах.

3.21. 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.

3.22. 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 следующей главе.

3.23. Границы счетных участков должны четко идентифицироваться на местности. Все счетчики, даже не имеющие достаточной географической подготовки, должны суметь найти границы участка, который им поручен. Следовательно, численность населения разных счетных участков может варьировать ради 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. Административные границы часто бывают незаметны. 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 четко определимого объекта, например реки или железной дороги.

3.24. Многие страны могут столкнуться со специфическими проблемами в ходе установления границ СУ. Например, хотя деревни могут быть приписаны к определенным административным единицам, реальные границы деревень могут быть не определены. Кроме того, некоторые особые группы населения, например временные жители, кочевники или военнослужащие, должны быть отнесены к определенной географической единице. Например, экипажи судов часто относятся к портам их приписки. При планировании выявления трудно поддающихся регистрации групп населения необходимо иметь в виду, что оперативные расходы на эти цели могут иногда в 10–20 раз превышать расходы на регистрацию жителей городских районов.

3.25. Одним из критериев проведения границ СУ является определение идеального размера СУ, основанного на числе лиц, которых один счетчик

способен подсчитать в период времени, отведенный для сбора данных. В плане установки границ СУ должен быть отражен общий план переписи исходя из количества дней, выделенных для регистрации. В ходе пробного обследования до начала переписи можно определить число единиц жилого фонда, которые счетчик может охватить за один день. В качестве наглядного примера, если за один день можно провести регистрацию 16 единиц жилого фонда в городских районах и только 10 единиц жилого фонда в сельских районах и если период регистрации составляет 10 дней, то идеальный городской СУ будет включать 160 единиц жилого фонда, а сельский СУ — 100 единиц жилого фонда. Если единицу жилого фонда в среднем населяют пять человек, то идеальная численность населения составит 800 человек для городского района и 500 человек для сельского района. К другим факторам, влияющим на размер СУ, относятся: границы административного района; заметность границ СУ; присутствие жилых помещений коллективного пользования, таких как казармы, гостиницы и школьные общежития; типы и наличие транспортных систем.

3.26. Для надлежащего определения границ СУ важнейшую роль играют оценки численности населения. Для предоставления данных по малым районам можно привлекать местных чиновников, при этом вызывающие вопросы районы могут посетить работающие на местах сотрудники НСО. В районах, где не происходило радикальных изменений, такие оценки могут корректироваться на основе данных предшествующей переписи с учетом истекшего с того момента срока.

#### **4. Разделение на инспекторские участки (участки руководителя группы)**

3.27. Инспекторские участки дают возможность эффективного управления группами счетчиков. После определения границ СУ составление карт инспекторских участков является достаточно простой задачей. Инспекторские участки обычно составляют группы из 8-12 смежных СУ, которые в своем качестве счетных участков 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 организации, которое обычно определяется в соответствии с административными единицами.

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

#### **5. Географическое кодирование или геокодирование счетных участков**

3.29. Цифровая географическая база данных в векторном формате представляет собой структурированное множество точек, линий и полигонов. 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 допускать изменения вне системы. Нужен более понятный идентификатор, который может быть использован для увязки географических объектов с их атрибутами, хранящимися в базе данных. Для счетных участков и администра-

тивных территориальных единиц такой привязкой служат уникальные идентификаторы СУ или административных единиц, которые перечислены в основном файле, хранящем все географические территории, охватываемые переписью.

3.30. 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 полигон. Хотя процесс кодирования довольно прост, все же он может потребовать значительного времени и ресурсов.

3.31. На практике 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. В идеальном случае схема кодирования должна определяться отдельно по каждой стране. Правила, используемые для присвоения кодов, должны быть четкими и разрабатываться в сотрудничестве с НСО, и особенно сотрудниками, ответственными за карты и/или геопространственные данные, и сотрудниками, поддерживающими узловую базу данных. Важнейшими принципами при разработке схемы кодирования являются гибкость, возможность расширения, интуитивная очевидность и совместимость с другими используемыми в стране схемами кодирования. Статистическое учреждение часто является хранителем схем кодирования в стране и должно также стать координационным центром при определении кодов картирования переписи.

3.32. Использование системы иерархического кодирования обычно может в значительной степени 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.

3.33. Например, в некоей стране может использоваться следующая схема кодирования:

Рисунок III.3

#### Типовая схема кодирования счетных участков



3.34. Код СУ 1203501750023 означает, что этот участок переписи имеет номер 23, расположен в области 12, в районе 12035 и в населенном пункте 120350175. 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 подмножество записей.

3.35. С другой стороны, хранение кода в виде символьной переменной может повысить согласованность, например при использовании нулевых старших разрядов чисел. В этом случае код рассматривается как наименование, выраженное символами Американского стандартного кода для обмена информацией (ASCII), а не как последовательный номер.

3.36. В случае если деление на административные и отчетные участки не является иерархическим, должны быть разработаны специальные соглашения о кодировании. В любом случае чрезвычайно важно сохранять полную согласованность при определении и использовании идентификаторов административных единиц, поскольку они обеспечивают увязку заложенных в ГИС границ с табулированными данными переписи. Бюро переписи должно, таким образом, вести основной список СУ и административных единиц и соответствующих им кодов и вносить любые изменения, сделанные в таком списке, в базы данных ГИС и переписи. НСО также должна рассмотреть возможность публикации списка СУ, включая их соответствующие коды, а также широту-долготу центроидов (центральных точек), возможно, с указанием численности зарегистрированного в них населения.

## 6. Компоненты базы данных переписи

3.37. Комплексная географическая база данных 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 всех типов, реки, здания или населенные пункты, которые хранятся как отдельные элементы географической базы данных. Так, например, дороги и реки, хотя и те и другие отображаются линиями, не должны храниться в одном и том же цифровом файле. Для обеспечения согласованности необходимо иметь письменные спецификации, оговаривающие конечные данные, размеры и другие требования.

3.38. Перед началом ввода и преобразования данных специалисты должны разработать структуру всех предполагаемых к публикации множеств географических данных. Такое определение структуры должно содержать детальные характеристики всех согласованных процедур и руководящих принципов, которым должен следовать персонал в целях обеспечения согласованности конечных продуктов. Надлежащее планирование позволит избежать путаницы и несовместимости на более поздних этапах.

3.39. В качестве первого шага следует продумать, как будут выглядеть карты для использования счетчиками. В полную цифровую базу данных счетных участков, например, могут быть включены такие элементы, как объекты и атрибуты, которые могут обозначаться следующим образом (см. также рисунок III.4):

- *пространственная база данных по границам*, в которой содержатся все площадные объекты (полигоны), представляющие единицы переписи;

Рисунок III.4

**Компоненты цифровой базы пространственных данных переписи**

- *таблица географических атрибутов* — это файл базы данных, который имеет внутреннюю привязку к базе пространственных данных и содержит по одной записи для каждого полигона. В эту таблицу входят уникальный идентификатор каждой единицы переписи и, возможно, некоторые дополнительные величины статического или неизменного характера, такие как площадь участка в кв. км;
- *таблицы данных переписи*, содержащие непространственные атрибуты, то есть показатели переписи для пространственных единиц переписи. В каждый из этих файлов должен входить уникальный идентификатор единицы переписи, который обеспечивает привязку к соответствующим записям таблицы атрибутов полигонов. Для каждой единицы переписи должна существовать одна запись;
- кроме того, полезными для ориентирования персонала на местах в ходе регистрации могут оказаться *другие векторные (точечные или площадные) объекты*, такие как элементы рельефа, дороги, водные пути, школы, медицинские учреждения или другие здания. Такие объекты, которые наносятся на карты в ходе предварительного этапа обхода участков или составления списка зданий, могут позднее оказаться полезными для других правительственных учреждений или неправительственных организаций, экономя, таким образом, деньги и время. Сотрудничество с другими пользователями данных приносит существенную выгоду в плане эффективности и результативности, и к нему необходимо прибегать всегда, когда это возможно.

## 7. **Согласованность счетных участков с предыдущими переписями**

3.40. Перепись дает моментальный срез населения страны по численности и другим признакам. Одной из важнейших областей применения данных переписи является анализ изменений в составе населения в течение времени. Такой анализ изменений часто проводится на довольно обобщенных уровнях, например на национальном или областном уровне. Однако изменения на местном уровне также важны, поскольку динамика развития малых районов влияет на планы, принимаемые на местном уровне. Анализ изменений на местном уровне существенно облегчается, если счетные участки остаются постоянными в течение нескольких переписей. Проблема изменения географической

базы данных в период между переписями имеет не менее серьезное значение, чем изменения в формулировках пунктов вопросника.

3.41. Разрабатывая географию переписи, бюро переписи, следовательно, должно попытаться в максимально возможной степени сохранить границы, установленные для предыдущей переписи. В результате увеличения численности населения могут появляться новые счетные участки. В таких случаях предпочтительнее разделить существующий СУ на несколько участков, чем изменить его границы. Специалист-аналитик просто суммирует данные по разделенному участку, с тем чтобы сделать данные новой переписи совместимыми с информацией предыдущей переписи. При изменении границ требуются значительно более сложные методы коррекции.

3.42. Одним из компонентов разделения на СУ, который может упростить проведение анализа изменений, является формирование файлов совместимости или эквивалентности, называемых иногда реляционными файлами. В этих файлах содержится список кодов участков в текущей переписи и соответствующих кодов в предыдущей переписи. Если участки были разделены или объединены, это отражается в указанных файлах.

3.43. База данных по границам и таблица географических атрибутов тесно связаны — по существу, они представляют один набор данных. В ходе планирования переписи для каждого счетного участка собирается некая 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. Для обеспечения совместимости баз данных переписи, которые являются результатом ввода данных и программы табулирования, с файлами географических границ необходимо тесное сотрудничество между географическим подразделением бюро переписи и участком обработки данных.

3.44. 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 создание базы данных административных или статистических единиц для каждого следующего уровня, используя для этого стандартные функции ГИС и агрегирования базы данных.

3.45. 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 таковой 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.

3.46. 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 статисти-

ческому приложению. Для каждой статистической отчетной единицы, для которой необходимы данные, могут быть созданы отдельные агрегированные наборы данных по границам. Эти контрольные наборы данных должны быть маркированы по дате и постоянно сохраняться в архиве. Так, контрольные наборы данных, созданные из одной и той же основной базы данных, могут существовать для переписи 2010 года, для масштабного обследования 2012 года и для выборов 2015 года.

3.47. В географическую базу данных переписи можно импортировать существующие цифровые базы данных, например продукты, созданные другим государственным учреждением, и координаты, собранные на местах с использованием GPS. При этом может потребоваться конвертирование координат GPS из точечных местоположений в линии и границы, представляющие линейные и полигональные 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 может включать основные физические объекты, ориентиры рельефа местности, инфраструктуру, населенные пункты и отдельные здания. На основе этой информации персонал, осуществляющий перепись, может установить границы счетных участков в интерактивном режиме, используя базовую геосоотнесенную информацию в качестве фоновой основы.

3.48. Более подробно использование GPS в качестве источника данных для составления карт и оценки счетных участков рассматривается в главе IV и приложении II. Там предоставлены также дополнительные материалы по использованию данных GPS и дистанционного зондирования для внесения исправлений в географическую базу данных.

3.49. На протяжении всего процесса формирования данных бюро переписи в качестве параллельных мероприятий должно вести список всех административных областей и счетных участков, которые определены в базе данных, включая название, географический уровень и ссылку для локализации. Этот компьютеризованный список имеет вид таблицы географических атрибутов и присоединяется к завершенной базе данных ГИС.

3.50. Блок-схема, представленная на рисунке III.5, является лишь одним из многих вариантов последовательности выполнения преобразований данных. В частности, границы СУ могут очерчиваться в рамках нескольких этапов этого процесса. Например, сканированные и геосоотнесенные данные аэрофотосъемки или спутниковые изображения высокого разрешения показывают достаточно деталей для того, чтобы оператор мог начертить цифровые границы СУ на экране, используя данные аэрофотосъемки в качестве фона. Границы СУ могут также быть вручную нанесены 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 более поздней стадии ненужным.

3.51. Независимо от выбранного порядка действий бюро переписи должно оценить их осуществимость путем проведения опытного обследования. Такое обследование, как правило, включает проверку методологии на небольшой выборке. Опытное обследование позволит на самом раннем этапе выявить воз-

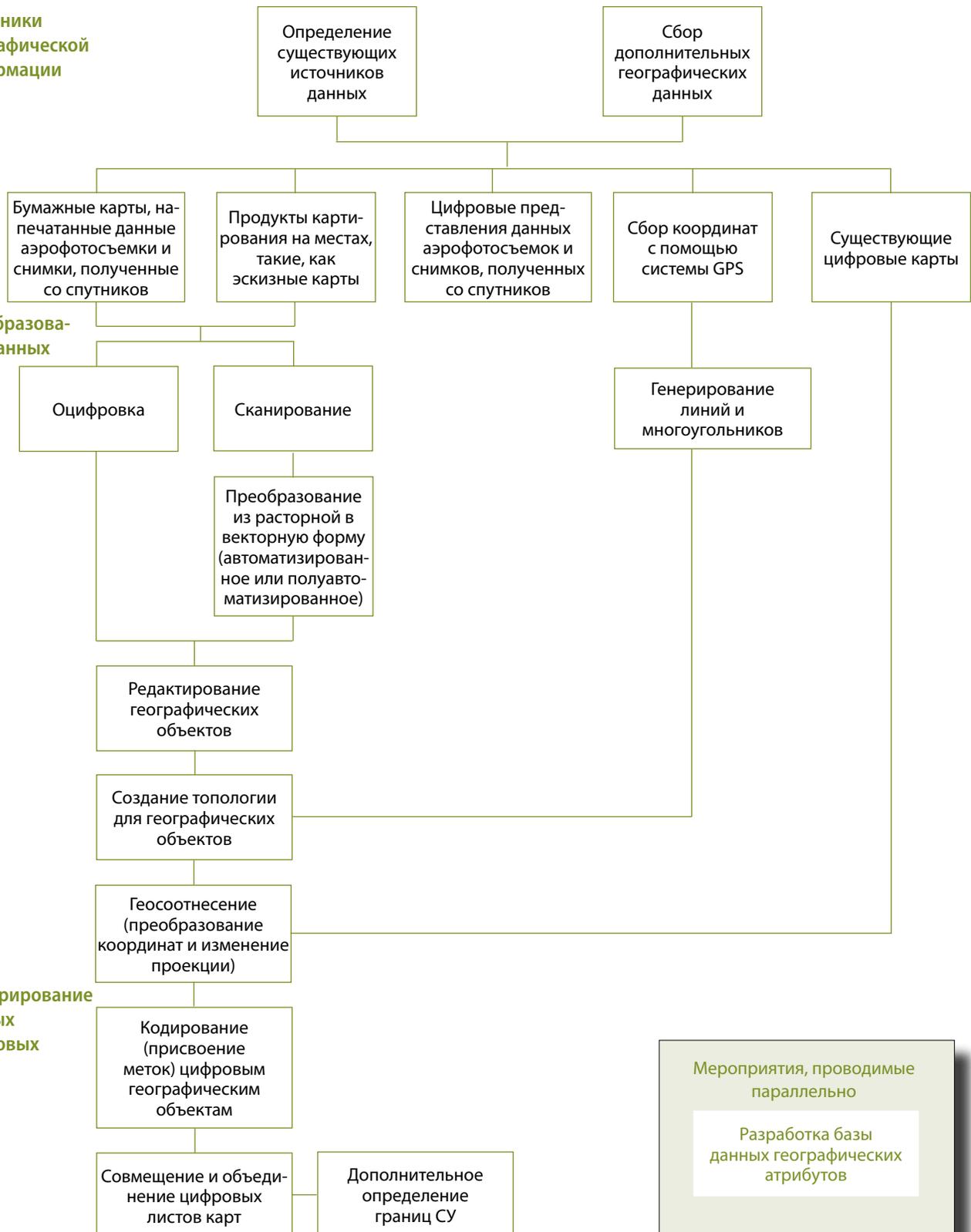
Рисунок III.5

## Этапы разработки географической базы данных переписи

## Источники географической информации

## Преобразование данных

## Интегрирование данных цифровых карт



возможные проблемы, с тем чтобы можно было доработать, откорректировать технологию и процедуры или, в худшем случае, вообще отказаться от них. Полученная в ходе опытного обследования информация также поможет при планировании работы и составлении бюджета, поскольку она даст возможность лучше оценить требования к персоналу и оборудованию, а также определить количество времени, необходимое для выполнения всех мероприятий.

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

3.53. Поставщики программного и аппаратного обеспечения ГИС часто готовы оказать содействие в проведении пробного 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 GPS имеют невысокую стоимость, и персонал, участвующий в проведении переписи, может выполнить оценку процедур сбора данных на местах. При этом, однако, получение цифровых аэрофотоснимков 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.

## **С. Источники географических данных для определения границ счетных участков**

### **1. Типы требуемых карт**

3.54. 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 подразделения бюро переписи должен собрать все действующие карты территории страны, включая:

- a) обзорные национальные карты, как правило, масштаба от 1:250 000 до 1:5 000 000 в зависимости от размера страны. На этих картах должны быть представлены крупные административные единицы, места расположения городских зон и основные физические объекты, такие как важнейшие дороги, реки, озера, высоты над уровнем моря и специальные опорные точки. Эти карты используются для планирования;
- b) топографические карты крупного и среднего масштаба. Наличие карт таких масштабов зависит от страны. 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;

- c) крупномасштабные карты населенных пунктов и городов, на которых показаны дороги, городские кварталы, парки и т. д. Эти карты могут быть выполнены в различном масштабе, от 1:5 000 до 1:20 000, и могут иметь различное происхождение, включая, возможно, устаревшие карты колониального периода и планы городов;
- d) карты административных единиц на всех уровнях административного деления;
- e) тематические карты, показывающие распределение населения по данным предыдущей переписи или иные характеристики, которые могут быть полезны для картирования переписи.

3.55. Для включения в базу данных ГИС эти карты в идеальном случае должны сопровождаться всеобъемлющей документацией. Сюда относится справочная географическая информация, в том числе масштаб карты, проекция и географический базис, дата составления карты, учреждение-составитель и полная легенда. Однако пользу могут представлять и карты без должного геоотнесения, если на них отображена информация, полезная для картирования переписи, особенно если их можно легко отсканировать и ввести в проект в качестве отслеживаемого на дисплее слоя данных с помощью методик, известных как «экранная оцифровка». 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.

## 2. Каталогизация существующих источников

3.56. Все полученные карты должны быть подробно описаны и упорядочены в соответствии с организацией программы картирования переписи, то есть по регионам или районам переписи. Помимо источников в виде бумажных карт, все более доступными становятся цифровые карты из многочисленных источников. Безусловно, цифровые карты имеют преимущества, связанные с простотой их обработки и адаптации к задачам картографического сопровождения переписи. Однако на практике не всегда все так просто. Если отсутствуют документация или метаданные, часто невозможно определить верную информацию о проекции, а также трудно оценить качество данных (более подробная информация о составлении метаданных приводится в разделе F, ниже).

3.57. С помощью мероприятий под эгидой НИПД или посредством личных контактов можно обратиться в следующие агентства и управления по вопросу о предоставлении полезных для работы бумажных или цифровых карт:

- a) национальный географический институт/управление картографии. Это ведущее учреждение страны, занимающееся вопросами картирования, и, вероятно, оно уже начало осуществление программы оцифровки топографических карт. В некоторых странах, однако, управления картографии могут не располагать достаточными ресурсами или нормативно-правовыми полномочиями для широкой совместной работы с НСО;
- b) военные картографические службы. В ряде стран главная картографическая организация является частью системы вооруженных сил. К сильным сторонам военных картографических организаций, как правило, относятся аэрофотосъемка и интерпретация данных дистанционного зондирования;

- c) органы управления областей, районов и муниципальные власти. К ним могут также относиться городские и муниципальные отделы планирования. Местные органы управления все в большей степени используют геопространственные технологии для обработки и планирования информации о транспорте, социальных и коммунальных службах;
- d) различные государственные или частные организации, работающие с пространственными данными, в том числе:
  - i) организации, ведущие геологические или гидрологические исследования;
  - ii) органы охраны окружающей среды;
  - iii) транспортные управления;
  - iv) органы, отвечающие за электрификацию сельских районов;
  - v) компании коммунального сектора и связи;
  - vi) учреждения, оформляющие права на землевладение;
- e) 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.

### 3. Импортирование существующих цифровых данных

3.58. Во многих случаях наиболее простой формой преобразования цифровых пространственных данных является прямое импортирование цифровых данных. Индустрия ГИС превратилась из отдельных таблиц, чаще всего создаваемых в формате DBASE (.dbf) в реляционные базы данных, такие как «Oracle» или «Microsoft Access», или — в персонально форматируемые или файловые базы геоданных. Передача данных базируется в основном на обмене данными в файлах собственных форматов с использованием функции импорта/экспорта коммерческих программных пакетов ГИС.

3.59. 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. В результате могут возникнуть сложности в преобразовании данных. Для определения точных форматов файлов конкуренты используют ту или форму анализа программ, с тем чтобы обеспечить своим клиентам возможность импорта внешних файлов. В результате алгоритмы импорта данных часто работают нестабильно и допускают потерю части информации, содержащейся в исходных файлах данных. В некоторых случаях возможно правильное воспользоваться промежуточным форматом данных, вместо того чтобы пытаться напрямую импортировать файл из другого пакета. Например, формат DXF программы Autocad поддерживается большинством пакетов ГИС и имеет подробное описание. Поэтому функции экспорта и импорта DXF файлов других коммерческих пакетов, как правило, работают достаточно надежно.

Вставка III.1

### Критерии выбора программного обеспечения по геопространственной тематике: коммерческие программные пакеты анализа изображений и варианты бесплатных и находящихся в открытом доступе программ

#### 1. Варианты коммерческих программных пакетов ГИС

Учитывая огромное число коммерческих поставщиков, НСО должны провести оценку своих оперативных целей и выбрать соответствующие им технологии. Важную роль здесь может играть совместимость программного обеспечения в плане удовлетворения как текущих, так и будущих потребностей. Необходимо провести консультации с различными учреждениями и сотрудниками по поводу предпочтительной программной платформы. Лучший выбор — это всегда тот выбор, который основан на имеющейся информации.

Готовые к употреблению коммерческие программные пакеты можно разделить на те, которые обеспечивают функции растровой/векторной интеграции, и те, которые выполняют в основном функции анализа изображений.

#### 2. Растровая/векторная интеграция

Такое программное обеспечение включает прежде всего: пакет, разработанный Институтом исследования экологических систем (Environmental Systems Research Institute, ESRI) — ArcGIS; программы Geomedia, IDRISI, Maptitude, GRASS компании Intergraph; программы MapInfo, AutoCAD и Microstation компании Pitney Bowes.

ESRI — лидер рынка, и его программы предлагают широкую поддержку различных форматов, гибкость функций для различных пользователей, обширный аналитический инструментарий, управление базами данных различных типов, хорошее техническое обслуживание, подготовку специалистов и впечатляющую базу знаний.

Программа GeoMedia поддерживает многие типы данных, предлагает обширный аналитический инструментарий и прямой доступ к основным форматам геопространственных/САПР данных. Эта программа включает реляционные базы данных отраслевого стандарта и регулярно обновляется с обеспечением полной технической поддержки и обучения персонала.

Программа IDRISI — это стандартный пакетный продукт, который имеет открытый код для индивидуальной настройки программы. Он имеет усиленные функции растрового анализа и инструментарий для этого, а также широкие возможности ввода и вывода данных в векторном формате с помощью функции CartaLinx.

Программа Maptitude работает с данными САПР и ГИС, имеет опции импорта/экспорта данных, предлагает возможности сличения адресов и предназначена для работы с готовыми наборами данных.

Система обеспечения анализа географических ресурсов (Geographic Resources Analysis Support System, GRASS) имеет возможности работы в растровом/векторном форматах, имеет подсистему обработки векторных двумерных и трехмерных (2D/3D) изображений и обеспечивает сетевой анализ векторных данных. GRASS стала ГИС для операционной системы UNIX и обеспечивает функциональность, открытый код и глобальную пользовательскую базу этой системы.

Программа MapInfo (производства фирмы Pitney Bowes) предоставляет широкий круг картографических функций, но ограниченные функции ГИС. Она традиционно использует программный язык Visual Basic и обладает гибкостью в плане областей своего применения. Она имеет глобальную базу и мощный инструментарий распространения информации.

Программа AutoCAD Map предоставляет усиленные функции интегрирования ГИС/САПР, а также поддерживает координатные, проекционные и топологические функции, а также вывод на дисплей и анализ векторных/растровых данных. Программа работает с помощью системы меню, однако является весьма дорогостоящей.

Основная пользовательская база программы Microstation сосредоточена в Соединенных Штатах и Европе. Она имеет основанные на САПР картографические функции, однако весьма ограниченные функции анализа, интегрирования форматов и геосоотнесения. Она тем не менее предлагает простой интерфейс, базирующийся на формате Google Earth/Google SketchUp.

### 3. Анализ изображений

Анализ данных в растровом формате приобретает все большее распространение в операциях картирования переписи. Большинство программных пакетов обработки и анализа изображений сегодня способны интегрировать векторные данные для анализа изображений высокой разрешающей способности. По мере удешевления изображений и повышения скорости их обработки и интегрирования в имеющиеся наборы векторных данных все большее число национальных статистических организаций будет получать лицензии на анализ изображений.

К основным платформам можно отнести Leica Geosystems Imagine, Geomatica (PCI Geomatics), ENVI (ITT visuals), Definiens Professional и Google Earth.

Leica Geosystems Imagine — это работающая в растровом формате программа, предназначенная для извлечения информации из изображений. Она способна обрабатывать обширные массивы геопространственных данных и обеспечивает взаимодействие клиента с имеющимися пространственными функциями базами данных. Этот пакет распространяет свои функции на топологическое редактирование баз пространственных данных и поддерживает векторный слой данных.

Программа Geomatica (PCI Geomatics) обрабатывает обширные массивы геопространственных данных и обеспечивает взаимодействие клиента с имеющимися пространственными функциями базами данных; имеет полномасштабные функции составления карт; инструментарий работы с атрибутами в плане их просмотра, редактирования, построения запросов и анализа; располагает широкими возможностями обработки изображений.

Программа ENVI 4.5 (ITT Solutions) интегрирует растровые изображения с географическими информационными системами. Есть возможность наложения векторных слоев на изображения, что обеспечивает легкость сравнения растровой и векторной информации. ENVI предлагает сравнительно сильную техническую поддержку и обширную базу знаний. Кроме того, она обслуживает множество векторных форматов (включая форм-файлы ArcView, формат обмена данными ARC/INFO, DXF, файлы DGN Microstation/Intergraph, файлы USGS DLG и др.). Ее функция выделения линейных признаков оцифровывает все находящееся между исходными точками, при желании, тщательно следуя кривым, скачкам, пробелам и выровненным векторам.

Программа Definiens предлагает совершенную, автоматизированную, задаваемую пользователем функцию извлечения объектов, позволяющую извлекать географическую информацию из любых типов изображений, полученных с помощью дистанционного зондирования. Программа имеет функции обработки данных, совместимые с сервером ArcGIS, что позволяет загружать векторные данные в базы данных и извлекать из них данные, допуская одновременное обновление нескольких элементов одного крупного набора данных. Кроме того, есть возможность обновления частей крупных наборов векторных данных. Блок расширения для программы ArcGIS позволяет функции ArcCatalog определять набор карт как рабочий стол программы Definiens, давая возможность пользователям проводить обзор и редактирование данных.

Самым серьезным доводом в пользу приобретения программы Google Earth является возможность бесплатного получения изображений. Тем не менее расходы придется понести для получения более мощной версии программы, например Google Earth Pro. Google Earth предлагает глобальный охват, делая доступ вполне демократичным для многочисленных пользователей. Эта программа проста в использовании, для нее существует большая база знаний, и она полезна для быстрого вывода на экран растровых и векторных данных.

Стоит обратить внимание на первоначальную стоимость этого программного пакета, а также расходы на его обслуживание и приобретение более мощной версии, конфигурацию под локальную сеть, потребности в обучении персонала, легкость инсталляции, техническую поддержку, документацию и инструкции, телефонную линию помощи и поддержку со стороны поставщика, получение файлов с исправлениями и требования к кадрам.

### 4. Бесплатные и находящиеся в открытом доступе программы составления карт для персональных компьютеров

Альтернативой коммерческим программным пакетам выступают бесплатные и находящиеся в открытом доступе программы для географических информационных систем. Такие

программы предлагают дешевый или бесплатный подход к ГИС. Их можно свободно скачивать из Интернета, и они имеют функции, аналогичные функциям коммерческих программных пакетов. Свободный доступ предполагает, что пользователи могут изменять исходный код прикладного программного пакета, а это, по сути, означает, что НСО, имеющие в штате достаточно опытных программистов, могут адаптировать эти программы под свои конкретные нужды. Бесплатные программы становятся все более удобными для пользователя, предоставляя возможности адаптированных версий для конкретных областей использования. Опыт использования бесплатных программ может быть весьма ценным, даже если НСО в конечном итоге принимает решение о внедрении коммерческого продукта. Бесплатное картографическое программное обеспечение для персональных компьютеров традиционно используется программистами или людьми, имеющими опыт в сфере ИТ. Это, к сожалению, меняется в связи с расширением пользовательской базы и последующей разработкой различных продуктов. Программы становятся все более удобными в использовании с учетом возможностей обучения и технической поддержки продукта в онлайн-режиме. Бесплатные программы предлагают операционную совместимость, которая определяется Ассоциацией глобальной инфраструктуры пространственных данных как «способность к коммуникации, выполнению программ или передаче данных между различными функциональными устройствами таким образом, который требует от пользователя лишь незначительных или вообще никаких знаний об уникальных характеристиках этих устройств».

К бесплатным и находящимся в свободном доступе программам относятся следующие:

Quantum GIS (<http://qgis.org>). QGIS — это наиболее усовершенствованная бесплатная программа для работы с растровыми/векторными данными, имеющая пользователей на шести континентах и быстро эволюционирующий набор функций. QGIS предлагает функции GRASS для оцифровки и редактирования векторных объектов. Многочисленные ежегодные обновления программы позволяют пользователям оставаться на переднем крае разработки различных продуктов. Мощное сообщество пользователей предоставляет онлайн-поддержку по многим техническим вопросам.

Thuban (<http://thuban.intevation.org>). Thuban — еще один пример находящейся в свободном доступе программы с обширной пользовательской базой и онлайн-поддержкой продукта. Thuban работает на программном языке Python и поддерживает много программ. Эта программа может работать с векторными и растровыми данными и предлагает полный спектр функций ГИС, включая идентификацию и аннотацию объектов, редактор и классификатор легенд, матрицы и функцию объединения таблиц, поддержку защиты данных и многоязычную поддержку.

Open EV (<http://openev.sourceforge.net>). OpenEV — это и программная библиотека, и прикладной пакет для просмотра и анализа растровых и векторных геопространственных данных. OpenEV поддерживает и двумерный и трехмерный формат и может одновременно давать проекцию. Эта программа имеет мощные функции анализа изображений. Виртуальное пользовательское сообщество программы OpenEV поддерживает дискуссионные страницы и подсказки начинающим пользователям.

3.60. Количество проблем можно сократить, если картографическое управление переписи эксплуатирует широко используемый интегрированный пакет ГИС. Мощные системы чаще обеспечивают поддержку функции импорта для большого числа форматов обмена. Также более вероятно, что другие производители данных смогут предоставить данные в собственном формате пакета ГИС. Возможности импорта являются важным критерием выбора программного обеспечения ГИС. Еще одним вариантом является использование пакета преобразования третьей стороны.

3.61. Кроме проблем, связанных с преобразованием файлов данных из одного формата в другой, наиболее часто возникающие трудности использования имеющихся цифровых данных связаны с неполнотой или отсутствием метаданных. Не имея такой информации, сложно оценить качество цифровых данных. Хуже того, отсутствие информации о географической базе может сде-

лать невозможным преобразование данных из внешней системы координат множества данных в систему, используемую бюро переписи. Аналогичным образом, 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, бюро переписи должно настаивать на предоставлении подробной документации.

3.62. К другим возможным проблемам, которые, вероятно, придется решать, можно отнести различия в определениях и схемах кодирования, использование разных картографических систем, несовместимость пространственных масштабов и разные стандарты точности, что может привести к отклонению расположения на карте объектов, которые должны совпадать в двух базах данных. Решение указанных проблем в целях обеспечения полного использования существующих цифровых карт может потребовать выполнения значительных объемов обработки и редактирования данных.

#### 4. Преобразование географических данных из аналоговой формы в цифровую

3.63. Разработка цифровой базы данных переписи осуществляется на основе двух источников данных: преобразование и интеграция имеющихся картографических продуктов, которые могут существовать в бумажной или цифровой форме, и сбор дополнительных данных с использованием работы на местах, данных аэрофотосъемки или снимков, полученных со спутников. Эти шаги объединяет единый термин — «преобразование данных». Весьма здравым подходом является тщательное планирование, которое необходимо осуществлять на самом раннем этапе этого процесса, тогда в ходе процесса возникнет меньше проблем.

3.64. Наилучшая стратегия преобразования данных зависит от многих факторов, включая наличие информации и ограничения в отношении времени и ресурсов. Всегда существует компромисс между стоимостью проекта, количеством времени, необходимым для выполнения полного преобразования данных, и качеством конечного продукта (рисунок III.6). Как правило, оптимизации поддаются два из перечисленных показателей за счет третьего. Например, можно 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 база данных будет создана быстро и с небольшими затратами, но при низком качестве результирующего продукта.

Рисунок III.6

#### Возможные компромиссы при выборе стратегии преобразования данных



(Hohl, 1998)

3.65. Рисунок III.5 демонстрирует базовые этапы процесса преобразования данных, приводящие к созданию завершенной цифровой базы данных переписи. Результатом обследования имеющихся цифровых и бумажных источников является выявление пробелов в данных. Имеющиеся карты могут быть устаревшими или масштаб имеющихся топографических карт может быть недостаточным для целей переписи. По любым направлениям, для которых имеющиеся в наличии материалы имеют недостаточное качество, должна быть разработана стратегия составления карт на местах или какой-либо иной подход к сбору данных.

3.66. Границы и точечные местоположения географических объектов, необходимых для целей переписи, местоположения зданий и деревень, 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. Это достигается сканированием с последующим преобразованием изображений в векторную форму или оцифровкой — трассированием объектов курсором, управляемым мышью. Несмотря на то что технология сканирования и оцифровки постоянно совершенствуется, этот этап остается наиболее утомительной частью процесса преобразования данных. После сбора данных следует этап редактирования, создания топологии базы данных ГИС и соотнесения всех координат в соответствующей картографической проекции (этот шаг иногда может выполняться вместе с мероприятиями по оцифровке).

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

3.68. Преобразование печатных карт, информации с печатных аэрофотоснимков или изображений дистанционного зондирования 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 цифровым преобразователем или сканером, должны быть переведены в реальные координаты, соответствующие картографической проекции исходной карты. Некоторые системы позволяют определять проекцию перед преобразованием в цифровую форму. В процессе обработки в цифровую форму преобразуются координаты. Конечный результат остается, разумеется, тем же.

3.69. Следующий этап заключается в присвоении кодов оцифрованным объектам. Например, каждая линия, представляющая дорогу, должна получить код, который показывает тип 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 полигона. 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, подсоединяемых к географической базе данных по мере необходимости.

3.70. Существуют два основных подхода к преобразованию информации с печатной копии карты в цифровые данные: сканирование и оцифровка. Сканирование является автоматическим процессом, преобразующим карту в цифровые растровые изображения, которые могут потом быть преобразованы в цифровые линии. Оцифровка, напротив, заключается в трассировании всех необходимых точечных и линейных объектов на карте курсором или мышью. Экранные методы оцифровки применяются для нанесения новых слоев карты, используя отсканированные карты или изображения, при этом оцифровываться могут также надписи на снабженных пометками листах карты. Эти два подхода рассматриваются ниже более подробно.

#### а) Сканирование

3.71. Для многих типов задач ввода данных сканирование, вероятно, превзошло оцифровку в качестве основного метода ввода пространственных данных прежде всего в силу его возможностей по автоматизации некоторых трудоемких этапов ввода данных, используя широкоформатные сканеры с системой подачи бумаги и интерактивные компьютерные программы по векторизации. 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 цвета 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 цветам. 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 как GIF или TIFF. После пространственного соотнесения 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.

3.72. Широко распространены три основных типа сканеров:

- **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 при-

ложений ГИС, их стоимость ниже, и они, как правило, выдают изображение менее чем за пять минут. Следует предостеречь, что старые или хрупкие документы могут быть повреждены роликами подающего устройства сканера (см. рисунок III.7).

- **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, при этом камера и источник света движутся вдоль документа под стеклом. Преимущество планшетных 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 (ОРС). 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 проектов, 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. Барабанные сканеры обеспечивают очень высокую точность, но они все же очень дороги и работают довольно медленно. Одно сканирование может занять 15–20 минут.

Рисунок III.7

**Фотография сканера с системой подачи бумаги**



Источник: Ideal.com.

3.73. 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. Важнейшие параметры:

- **Режим сканирования.** Двоичный, или «штриховой», рисунок 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 цвета сохраняет вариации в отражательной способности на карте, и поэтому последующие манипуляции с изображениями могут 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 при этом 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 цвета исходного документа преобразуются в черные, а какие в белые пиксели. Выбор параметров в значительной мере 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 диапа-

зон значений серого цвета ячеек. Эта процедура часто помогает сохранить тонкие градации контрастности изображений.

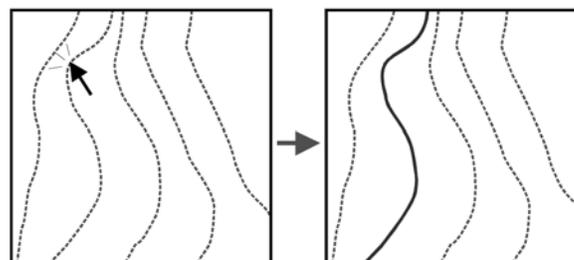
3.74. Сканирование исходного документа — это только первый и довольно простой шаг. Поскольку конечным результатом процесса преобразования является цифровая географическая база данных точек и линий, то сканированная информация, содержащаяся в растровых изображениях, должна быть преобразована в координатную 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 цифрового преобразователя. Недавние достижения в развитии программного обеспечения, в разработке методов распознавания образов и в увеличении скорости обработки значительно улучшили положение дел в этой области.

3.75. 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 они удаляются автоматически. Кроме того, если изображения отсканированы 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 голубым, черным и красным цветами соответственно.

3.76. Работая в полуавтоматическом режиме, оператор щелкает кнопкой на каждой линии, подлежащей преобразованию (см. рисунок III.8). 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

Рисунок III.8

#### Полуавтоматическая векторизация

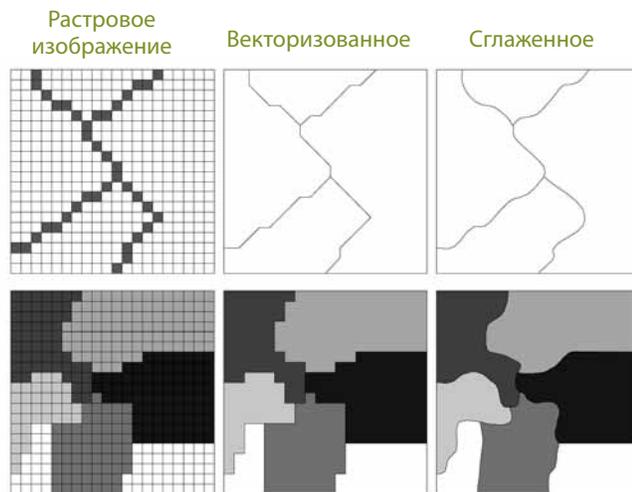


дороги, пропуская реки. Наконец, в ручном режиме отсканированные растровые изображения используются просто в качестве фона на экране компьютера. Координаты объектов задают, обводя мышью их отсканированное изображение, подобно тому, как это делается в упомянутой выше экранной оцифровке.

3.77. Если линейные или площадные объекты преобразуются автоматически из растровых изображений со сравнительно низким разрешением в векторный формат, то у получающейся линии могут оказаться неестественно изломанные границы. Принято сглаживать векторные данные с использованием сплайн-функций или функций геометрического упрощения, имеющихся в пакетах программ ГИС. На рисунке III.9 показаны примеры наборов данных для линии и полигона.

Рисунок III.9

### Векторизация и сглаживание данных сканированных изображений



#### и) Некоторые дополнительные соображения

3.78. При планировании проекта преобразования данных, полученных сканированием карты, надо учитывать ряд соображений. Надлежащая подготовка базовой карты к сканированию может значительно улучшить качество конечного продукта. Карты должны быть плоскими и чистыми. Любые остатки клеящей ленты, которые могут быть на карте, должны быть удалены, поскольку они могут испортить поверхность сканера. Слабо очерченные на карте объекты должны быть усилены карандашом или маркером. Аналогичным образом, для облегчения автоматической векторизации оператор может восстановить перекрытые части линейных символов до сплошной линии и заполнить заштрихованные полигоны. 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 маркер на водной основе или восковой карандаш, поскольку маркеры на спирто-масляной основе могут повредить стеклянную поверхность сканера, а пометки, сделанные графитным карандашом, отражают свет и делаются невидимыми. Для фотографий матовая бумага предпочтительнее глянцевой.

3.79. 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 затем 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 в национальных картографических управлениях. Каждая версия цветоделения содержит только подмножество объектов печатной карты, облегчая, таким образом, разделение объектов на отдельные слои данных.

3.80. Несмотря на все эти предварительные процедуры, перед запуском программ векторизации отсканированные изображения все еще могут нуждаться в дальнейшей обработке. Такая обработка заключается в дальнейшем усилении изображений, например в увеличении их 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.

3.81. 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 крупномасштабного проекта векторизации больше подходят специализированные пакеты программ. В настоящее время существуют несколько как коммерческих, так и некоммерческих пакетов преобразования из растровых в векторные форматы (например, Vextractor, AbleVector и PTracer), а также программы расширения функций, такие как ESRI ArcScan. Эти продукты отличаются набором поддерживаемых опций. Некоторые пакеты предлагают выравнивание отсканированных изображений или оптическое распознавание аннотаций к карте, которые могут быть сохранены в качестве атрибутов для получаемых векторных объектов. Цены этих пакетов весьма различны. Именно поэтому специалисты, занимающиеся преобразованием данных, должны внимательно сравнить имеющиеся возможности и функции с требованиями задач преобразования данных.

#### ii) *Преимущества и недостатки сканирования*

3.82. 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 СУ для составления карт, предназначенных для счетчиков, используя экранную оцифровку;
- 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.

Недостатки сканирования:

- преобразование больших карт с помощью сканеров небольшого формата требует кропотливой сборки отдельных частей;
- хотя крупноформатные, высокопроизводительные сканеры дороги, расходы на них могут быть обоснованы, если они используются для сканирования и векторизации крупноформатных карт в целях последующего создания цифровой географической базы данных;
- несмотря на недавние достижения в развитии программ векторизации, все еще требуется ручное редактирование и присваивание меток атрибутов;
- сканирование большого количества бумажных карт может вызвать проблему хранения файлов во многих системах персональных компьютеров; национальные статистические организации, изучающие возможность применения сканирования для всех своих карт СУ, должны рассмотреть вопрос об инвестировании средств во внешние накопители на жестких дисках с системой резервного копирования для размещения большого количества получаемых файлов.

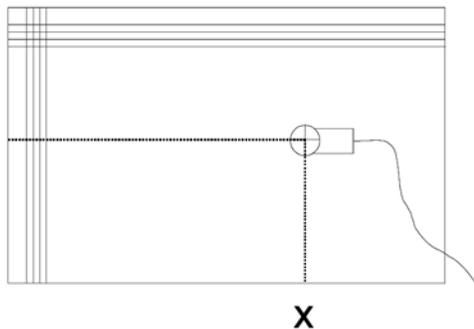
## b) Оцифровка

3.83. Ручная оцифровка традиционно является наиболее распространенным подходом к автоматизации обработки пространственных данных. Ручное преобразование в цифровую форму требует цифрового экрана, размеры которого могут изменяться в диапазоне от небольших планшетов 30 × 30 см до координатно-цифровых столов размером 120 × 180 см. Большие размеры устройства облегчают оцифровку крупных листов карты. На небольшом планшете карту приходится оцифровывать по частям, а введенные фрагменты приходится потом соединять. В процессе преобразования в цифровую форму карта фиксируется на цифровом преобразователе прозрачной липкой лентой. В идеале карта должна быть плоской, без разрывов и складок. Бумага часто коробится, особенно во влажных условиях, и это коробление вносит искажения, которые переносятся на цифровую карту базы данных.

3.84. На первом этапе процесса оцифровки необходимо определить некоторое число точно 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 планшета цифрового преобразователя, 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 идеальные контрольные точки представляют собой пересечения координатной сетки широт и долгот, которые показаны на многих топографических картах. На этапе геосоотнесения, который предшествует оцифровке точечных и линейных объектов или следует за ней, эта информация используется для того, чтобы преобразовывать координаты, измеренные в сантиметрах или дюймах на планшете цифрового преобразователя, в реальные координаты — обычно в метры или футы — на картографической проекции. После того как контрольные точки выбраны, оператор отслеживает линейные объекты на карте курсором, соединенным с координатным столом цифрового преобра-

зователя. Стол снабжен проволочной сеткой (часть которой видна на рисунке III.10). Эта сетка создает электромагнитное поле. Поскольку курсор снабжен металлической спиралью, то стол 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 воспроизводятся на экране компьютера. Это позволяет оператору следить за тем, какие границы введены и не сделаны ли какие-нибудь крупные ошибки.

Рисунок III.10

**Координатно-цифровой стол**

3.85. 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 извилин, 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.

3.87. В процессе оцифровки 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 полигона. Это может быть сделано или вручную во время оцифровки, или автоматически до формирования топологии. Эта точка метки обеспечивает связь между полигоном и таблицей географических атрибутов, которая содержит данные о нем (см. [приложение I](#)).

3.88. Метод ввода данных, при котором не используется планшет цифрового преобразователя, иногда называют экранной оцифровкой («с поднятой головой»). В настоящее время понятие «экранная оцифровка» имеет два значения. При старом методе оператор вычерчивал картографические объекты на прозрачной пленке и прикреплял эту пленку к экрану компьютера. В настоящее время линии или точки можно оцифровывать с помощью мыши, исполь-

зуя модуль ввода данных ГИС или просто графический пакет программ, который поддерживает графические ГИС-совместимые форматы (см. рисунок III.11). С помощью нового метода экранной оцифровки отсканированное изображение карты используется в цифровой форме для отслеживания контуров в слое данных ГИС. Оператор использует в качестве фона сканированную карту, аэрофотоснимок или снимок, полученный со спутника, в качестве фона и обводит объекты мышью. Изображение должно быть геоотнесенным в том смысле, что оно было преобразовано в формат, имеющий такую же проекцию или систему реальных координат, как и другие слои данных проекта ГИС. Аналитик преобразует изображение, используя контрольные точки и «привязывая» изображение к известным объектам, как в остальных слоях данных, так и на реальной местности. К удачно выбранным контрольным точкам относятся перекрестки улиц и заметные детали рельефа. Затем аналитик выделяет объекты мышью за пределами отсканированного изображения, создавая, таким образом, новый слой данных.

#### *Преимущества и недостатки оцифровки*

##### 3.89. Преимущества оцифровки:

- оцифровка легко осваивается и поэтому не требует дорогостоящих квалифицированных кадров;
- 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.

##### 3.90. Недостатки оцифровки:

- преобразование в цифровую форму — кропотливая работа, которая может вызывать усталость оператора и создавать проблемы качества, ведущие к значительным последующим переделкам;

Рисунок III.11

#### **Экранная оцифровка**



- ручная оцифровка — довольно медленный процесс, поэтому преобразование данных в крупномасштабных проектах может потребовать большого числа операторов и цифровых преобразователей;
- в противоположность первичному сбору данных с использованием GPS или аэрофотосъемки достоверность оцифрованных карт ограничена качеством исходного материала.

### с) Редактирование

3.91. 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 соединяться 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 III.12. Если линии не доходят до нужных координат («недолет») или отсутствуют, то может получиться один полигон, когда в действительности имеются два отдельных района. Если линии оцифровываются дважды, то могут получиться один или несколько дополнительных полигонов, когда в действительности нет ни одного. После преобразования растровых данных в векторные несоединенные сегменты линий должны быть соединены вручную. Такое случается, например, там, где небольшие дороги или реки, изображенные 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.

3.92. Некоторые распространенные ошибки оцифровки, показанные на рисунке III.12, можно предотвратить, применяя так называемые допуски захвата, поддерживаемые программным обеспечением цифрового преоб-

Рисунок III.12

#### Некоторые распространенные ошибки оцифровки



разователя и задаваемые пользователем. Например, пользователь может потребовать, чтобы все конечные точки линий, расположенные на расстоянии ближе, чем 1 мм от другой линии, автоматически соединялись с этой линией (захватывались). Небольшие лентообразные полигоны, которые возникают, когда линия оцифрована дважды, также могут быть удалены автоматически. Однако этим способом могут быть решены 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.

#### d) Построение и обновление топологии

3.93. Преобразование географических данных таким образом, чтобы точки стали узлами полигонов, требует определения их местоположения по отношению к другим объектам. Это иллюстрирует понятие «топология», определяемое как изучение характеристики геометрических фигур, которые не изменены искажениями. Точные с точки зрения топологии данные отличаются от таблиц или графических объектов без топологии (часто называемых «спагетти»). Объекты с топологией «знают» свое абсолютное пространственное местоположение, а также «знают» своих ближайших соседей. Построение топологии цифровых карт помогает в процессе редактирования. Например, это позволяет пользователю находить требующие решения проблемы, например такие, как незамкнутые границы полигонов. Топология объектов описывает пространственные отношения между соединяющимися или смежными географическими объектами, например дорогами, соединяющимися в точках пересечения (см. [приложение I](#) по ГИС). Топологическое структурирование базы данных ГИС включает идентификацию этих пространственных отношений и их описания в базе данных. То, как это происходит на практике, 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 районы могут быть определены из таблицы базы данных, которая для каждой линии указывает полигоны, расположенные как вправо, так и влево от нее (см. [приложение I](#), пункт [A1.5](#)).

3.94. Обычно пользователю не приходится беспокоиться о том, как ГИС хранит топологическую информацию. При условии что цифровая база данных очищена, то есть все линии соединены, а полигоны 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.

#### e) Интеграция цифровой карты

3.95. При осуществлении проекта составления карт переписи следует пользоваться всеми применимыми источниками геопространственных 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 переписи, то объединение этих разнородных источников данных требует специальных знаний в области методов интеграции данных ГИС. Важнейшие методы, облегчающие интеграцию цифровых картографических данных, рассматриваются ниже.

## f) Географическое соотнесение

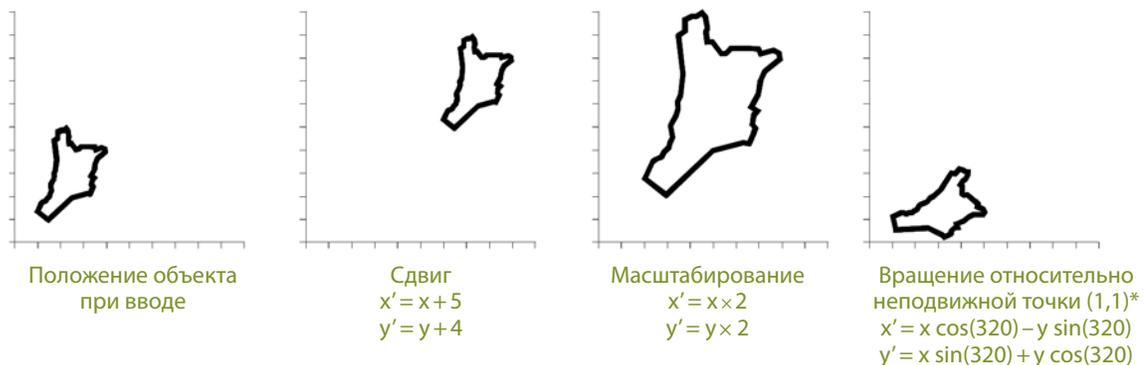
3.96. Географическое соотнесение — это процесс назначения координат по известной координатной системе, такой как широта-долгота, в отношении координат объектов, обозначенных на странице растровой карты (изображений). Практически все программные пакеты ГИС снабжены функциями, необходимыми для геосоотнесения. Пользователь должен задать некоторое число контрольных точек, для которых известны реальные координаты. Основываясь на данных, выраженных во входных координатах в единицах цифрового преобразователя, и выходных реальных координатах, система вычисляет набор параметров для выполнения перечисленных ниже преобразований (см. рисунок III.13):

- **сдвиг** — географический объект сдвигается на новую позицию просто добавлением (или вычитанием) постоянных значений к координатам  $x$  и  $y$ ; смещения обычно бывают разными для  $x$  и  $y$ ;
- **масштабирование** — объект увеличивается или уменьшается умножением координат  $x$  и  $y$  на один и тот же множитель; 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 цифрового преобразователя.

3.97. Следует обратить 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 III.14). Важно минимизировать ошибки при выполнении этой операции. Система обычно выдает информацию о величине ошибки при оценке параметров преобразования для каждой точки, что ока-

Рисунок III.13

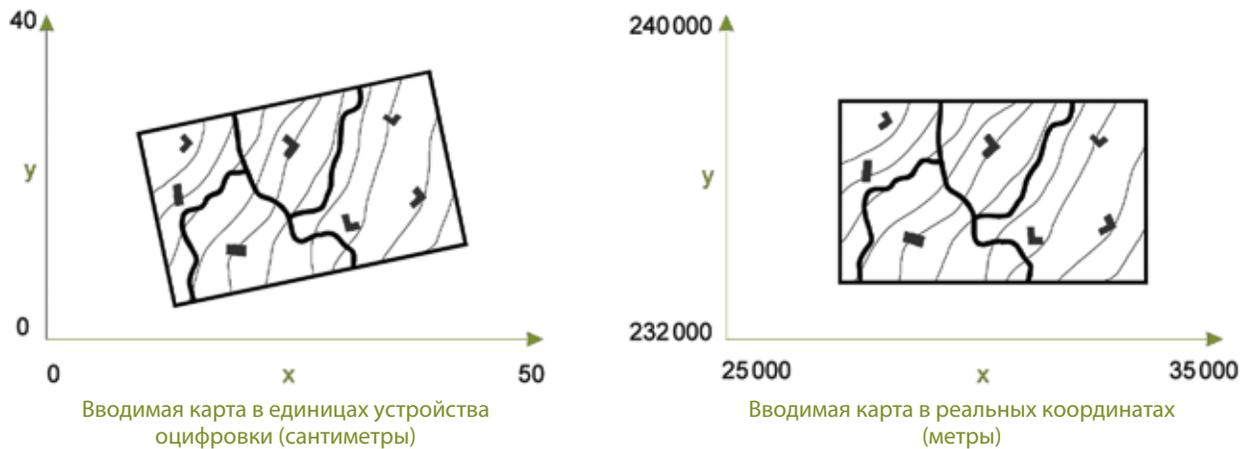
## Сдвиг, масштабирование, вращение



\* Требуется сдвиг относительно начального положения до и после вращения. Положительное вращение — против часовой стрелки.

Рисунок III.14

## Карта в единицах оцифровки и в реальных координатах



зывается полезным для обнаружения ошибок в задании реальных координат контрольных точек. Более специальные сведения приведены в приложении II.

3.98. Серьезная проблема возникает при отсутствии сведений о картографической проекции и системе координат исходной бумажной карты. 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.

3.99. 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. Затем система использует 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 стратегии составления карт переписи является геосоотнесение нарисованной от руки схематической карты. В пункте A2.6 приложения II приводится практический пример геосоотнесения, который иллюстрирует, например, процесс перевода оцифрованной карты в правильно привязанную цифровую базу данных.

3.100. Геосоотнесенные слои данных по тому же району или по тем же координатам, которые были собраны с помощью глобальной системы определения местоположения, не будут совпадать с оцифрованными картами, поскольку первые соотнесены с системой координат реальной местности. По этой причине координаты оцифрованных точек и линии необходимо преобразовывать из единиц оцифровки в координаты карты реальной местности, измеряемые в метрах или футах (см. также [приложение II](#)). Как указано выше, эта функция может осуществляться в большинстве систем или в начале процесса оцифровки, или после завершения процесса автоматизации пространственных данных.

### г) Изменения проекции и системы отсчета

3.101. Изменение проекции необходимо, когда карты, оцифрованные из разных листов, должны быть собраны в бесшовную базу данных. Это связано с процессом преобразования координат объектов цифровой карты без изменения их формы. 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.

3.102. В картах разных масштабов иногда используются различные 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 базис, 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.

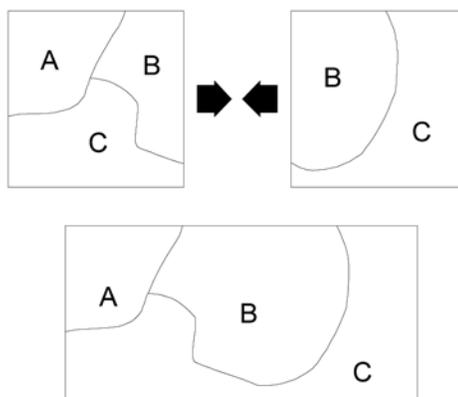
3.103. Проекции и географические базисы рассматриваются подробнее в приложении II. Для картографического учреждения, осуществляющего картографическое сопровождение переписи, желательно содержать в штате хорошо подготовленный персонал или же иметь возможность советоваться со специалистами из национального картографического управления относительно выработки оптимальной стратегии согласования проекций и связанных с этим вопросов для создания согласованной базы карт переписи. Реальные действия по изменению проекции потребуют сравнительно небольших технических усилий, поскольку все коммерческие программы ГИС снабжены необходимыми функциями изменения проекций.

### h) Интеграция отдельных сегментов карты

3.104. Целью проекта составления цифровой карты является создание бесшовной базы данных для крупного района или всей страны в целом. Для средних или крупных картографических масштабов (например, 1:250 000 или крупнее) информация базовой карты хранится на отдельных топографических листах. Эти листы оцифровываются отдельно, и получающиеся листы цифровой карты объединяются в ГИС (см. рисунок III.15).

Рисунок III.15

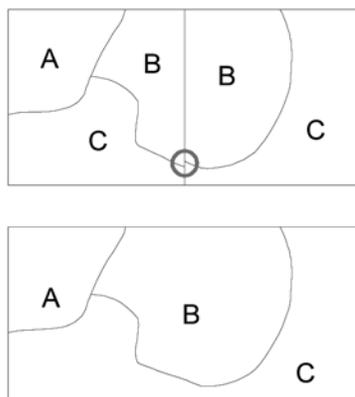
#### Объединение смежных листов цифровой карты



3.105. Обычно этот процесс осуществляется достаточно 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 III.16). 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.

Рисунок III.16

**Согласование краев после объединения смежных листов карты**



3.106. Эта проблема становится особенно серьезной, когда территория страны не полностью представлена картами необходимых масштабов, и тогда приходится интегрировать листы карт разного масштаба и с разной плотностью отображения 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 связи с картографическим упрощением объекты могут как присутствовать, так и отсутствовать на мелкомасштабных картах, или легенды в двух сериях карт могут различаться. Интеграция таких карт требует значительных аналитических усилий и опыта. Следует проявлять особую внимательность при совмещении карт различных масштабов.

3.107. 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.

## D. Построение базы данных счетных участков

3.108. Посредством создания географической базы данных НСО начинает пользоваться преимуществами формирования своей организационной структуры вокруг географической модели. Для разработки моделей данных переписи НСО должна изучить потребности пользователей своих данных, а также положения законов и конституции в части проведения переписи. Как

правило, существует возможность концептуальной модели для увязки базового географического алгоритма сбора данных — от слоев данных регистрации, таких как счетные участки, физические характеристики (включая высоту над уровнем моря, уклон и ориентацию), до прочих слоев данных, влияющих на проведение переписи, включая точечные и площадные объекты, такие как особенности ландшафта. Как указывалось выше, векторная топография играет ключевую роль, в частности, в установлении административных границ.

3.109. Несмотря на важность векторной топографии, может возникнуть необходимость в использовании и других форматов данных в проекте ГИС, включая отсканированные карты в форме растровых файлов, спутниковые изображения, аэрофотоснимки, файлы САПР (которые могут импортироваться как с топологией и объектами, так и в виде «спагетти» без отображения объектов), а также данные глобальной системы определения местоположения в виде потоков точек.

3.110. В ряду достижений компьютеризации конца 1990-х — начала 2000-х годов стоит разработка данных, базирующихся на объектах, в компьютерном пространстве. В программировании, ориентируемом на отображение объектов, объекты могут определяться буквально тысячами различных характеристик, которые при импорте в ГИС позволяют таким объектам «вести себя» предсказуемо в симулируемых условиях и позволяют проведение сложного моделирования, такого как анализ маршрутов передвижения людей.

3.111. Географические базы данных (далее именуемые «базы геоданных») — нечто большее, чем простые электронные таблицы. Типы объектов могут определяться как имеющие конкретные признаки, регулирующие их поведение в реальном мире. СУ как географическая единица — один из типов объектов, функцией которых является разграничение территории для целей обеспечения полного охвата переписи. Морфологически СУ прилегают друг к другу, концентрируются внутри административных единиц и состоят из единиц, базирующихся на численности населения.

## 1. Реляционные базы данных

3.112. Прежде чем приступить к обсуждению конкретной структуры базы данных ГИС переписи, рассмотрим концепцию реляционных баз данных. Все крупные операционные ГИС основаны на базах геоданных; они, вероятно, являются важнейшей составной частью ГИС. Базы геоданных лежат в основе всех исследований, анализа и процессов принятия решений. Система управления базой данных (СУБД) — это собственно и есть то место, где хранятся базы данных.

3.113. Понятие «географический объект» может определяться как интегрированный пакет геометрических фигур, признаков и методов. Объекты аналогичного общего типа группируются вместе, как классы объектов, при этом отдельные объекты в классе называются «образцами». Во многих системах ГИС каждый класс объектов физически хранится в таблице базы данных, при этом в строку таблицы заносится объект, а в столбцы — признаки. Например, класс объектов «уличное освещение» может включать такие образцы, как «газовый фонарь», «натриевый фонарь» и «ртутный фонарь».

3.114. 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.

3.115. В географическом контексте термин «объект» может означать административные единицы, или счетные участки, или любые иные пространственные объекты, для которых осуществляется сбор характеристик. Например, объект может представлять собой «счетный участок» (см. рисунок III.17). 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 (РГ), 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 образца. 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 III.17

**Пример сводной таблицы счетного участка**

*Объект: счетные участки*  
*Тип (атрибуты)*

Код СУ	Площ.	Насел.	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*

*Разновидности реляционных баз данных и структура географической базы данных*

3.116. Системы управления базами данных (СУБД) можно подразделить на различные типы, в том числе реляционные, объектные и объектно-реляционные. Системы управления реляционными базами данных (СУРБД) состоят из набора таблиц, каждая из которых представляет собой двумерное множество записей, содержащих атрибуты изучаемых объектов. Несмотря на их гибкость и полезность, они не предназначены для занесения в них наглядных данных и средств, таких как географические данные со сложной топологией и взаимосвязями объектов. К коммерческим и находящимся в открытом доступе программам относятся Microsoft Access и Oracle.

3.117. Системы управления объектными базами данных (СУОБД) предназначены для устранения основного слабого звена СУРБД, а именно их неспособности заносить объекты целиком напрямую в базу данных. СУОБД способны устойчиво хранить объекты и предоставляют ориентированные на объекты инструментальные средства запроса. Системы управления объектно-реляционными базами данных (СУОРБД) представляют собой гибридную объектно-реляционную базу данных, состоящую из подсистемы реляционной базы данных с механизмом расширения функций для обработки объектов. В

идеале СУОРБД должны иметь следующие элементы: функция синтетического анализа запросов для языка SQL, средство оптимизации запроса, язык запроса индексация, управление памятью, функция обработки транзакций и функция репликации.

3.118. Компании — производители программного обеспечения отреагировали на потребность включения пространственных возможностей в свои базы данных посредством использования подсистем расширения географических функций СУБД. К ним относятся основные СУБД с расширенными функциями пространственной базы данных. Примерами могут быть программы DB 2 Spatial Extender компании IBM, Informix Spatial Database компании Informix и Oracle Spatial. Эти программные продукты обрабатывают точки, линии и полигоны, как типы объектов, которые могут объединяться в более сложные наглядные данные с применением топологии и функций линейного соотнесения, индексирования методами R-дерева и квадродерева.

3.119. Существует ряд проблем в расширении пространственных возможностей СУБД в части хранения географических данных. Модели данных объектов сводятся к геометрии в том плане, что они моделируют мир в виде множества объектов, таких как точки, линии, полигоны или растровые изображения. Операции по геометрическим фигурам ведутся как отдельные процедуры с применением различных программ или командных файлов. Однако это слишком упрощенный подход для географических систем, особенно если они содержат много совокупностей с большим числом характеристик, сложные взаимосвязи и усложненные поведенческие модели.

3.120. 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 группы (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 участка РГ.

3.121. Пошаговый процесс создания структуры реляционной базы данных называется нормализацией. В результате получается база данных с минимальным дублированием. Иными 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.

3.122. Рисунок III.18 иллюстрирует разницу между таблицей простых данных и данных после нормализации на примере базы данных по районам. 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 этой области становится доступной для каждого примера из таблицы районов.

Рисунок III.18

## Таблицы реляционной базы данных



Таблица исходных данных

№	Область	Район	Насел. области	Рожд. области	Насел. района	Рожд. района
101	Merida	Palma	214084	3.2	89763	3.4
102	Merida	S. Maria	214084	3.2	45938	2.9
103	Merida	Veralo	214084	3.2	78383	3.2
104	La Paz	Bolo	397881	3.7	98302	3.9
105	La Paz	Jose	397881	3.7	67352	4.2
106	La Paz	Malabo	397881	3.7	102839	3.7
107	La Paz	Chilabo	397881	3.7	129388	2.8
...	...	...	...	...	...	...

Таблица нормализованных данных

Районы

№	Область	Район	Насел. района	Рожд. района
101	Merida	Palma	89763	3.4
102	Merida	S. Maria	45938	2.9
103	Merida	Veralo	78383	3.2
104	La Paz	Bolo	98302	3.9
105	La Paz	Jose	67352	4.2
106	La Paz	Malabo	102839	3.7
107	La Paz	Chilabo	129388	2.8
...	...	...	...	...

Провинции

Область	Насел. области	Рожд. области
Merida	214084	3.2
La Paz	397881	3.7
...	...	...

3.123. 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.

## 2. Определение содержания базы данных (моделирование данных)

3.124. После того как определено содержание мероприятий географического характера, бюро переписи 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 этого процесса составляется подробный словарь данных, служащий для управления процессом разработки базы данных и использующийся в качестве документации на последующих этапах.

3.125. 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 картографического сопровождения переписи. Процесс моделирования данных предполагает высокий уровень точности и согласованности, что обеспечит высокое качество базы данных и простоту ее сопровождения. Учреждению, осуществляющему картирование переписи, которое впервые участвует в этом процессе, желательно пригласить высоко-

квалифицированного консультанта по базам данных ГИС, который будет осуществлять руководство работой персонала в ходе всего этого процесса.

3.126. Как обсуждалось ранее, многие национальные и международные учреждения уже активно ведут разработку типовых моделей данных для пространственной информации в рамках НИПД. Зачастую бюро переписи может просто адаптировать стандарт НИПД к определенным потребностям процесса сбора статистической информации. В случае если такая информация недоступна, модель данных придется разрабатывать своими силами. Хорошим подспорьем послужат шаблоны моделей картографических или статистических учреждений других стран.

3.127. В приложении III представлены примеры того, какое описание модели данных может содержаться в словаре данных. К модели данных относятся как стандарты метаданных, характеристики которых приводятся ниже, так и более простые словари баз данных, которые сопровождают базы данных, распространяемые среди населения (см. [приложение IV](#)).

## Е. Вопросы качества данных

### 1. Требования к точности

3.128. 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. Картографическое сопровождение переписи, напротив, традиционно проводится довольно специфическим образом, с использованием ручных методов работы и эскизных карт, и при этом вопросам географической точности уделяется мало внимания. Это было приемлемым до тех пор, пока 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 составление цифровых карт 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 составления карт.

3.129. 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, возникающих при вводе данных переписи и в процессе их обработки. Поэтому они будут рассмотрены лишь кратко. Точность географических данных относится к точкам, линиям и участкам, которые хранятся в базе данных ГИС и описывают объекты, находящиеся на земной поверхности.

3.130. Точность географических данных можно разделить на «логическую» точность и точность «позиционирования». Точность позиционирования иногда называется абсолютной точностью. Логическая точность относится к целостности соотношений между географическими объектами.

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. Или 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 точно представлены на двух картах, весьма сильно внешне отличающихся друг от друга. Например, на рисунке III.19 на двух картах точно обозначены соотношения между тремя граничащими административными единицами.

3.131. Точность позиционирования, напротив, означает, что координаты объектов в базе данных ГИС абсолютно соответствуют их истинному положению на земной поверхности. Это означает, что 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 позиционирования, будет точно обозначать и логические соотношения между географическими объектами.

3.132. Для некоторых приложений более важна логическая точность, чем точность позиционирования. Для базы данных переписи важнее знать, что конкретная улица определяет границу СУ, а не то, что точные координаты отображают реальное местоположение дороги с высокой степенью точности. На практике 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 и погрешности не мешают ориентироваться в СУ. Однако как только такие карты переписи начинают использоваться в иных целях, могут возникнуть определенные сложности.

3.133. На рисунке III.20а, например, показан набор точек обследования выборки, которые были определены с помощью высокоточной глобальной системы определения местоположения. Лежащая в его основе базовая карта имеет высокую степень точности позиционирования, так что точки попадают в соответствующую административную единицу. Базовая карта на рисунке III.20b, напротив, отличается логической точностью, но имеет низкую точность позиционирования. Таким образом, некоторые из точек, координаты которых точно определены с помощью GPS, не попадают в соответствующие административные единицы. Следствием этого являются неверные результаты при объединении по административным единицам материалов обследования.

Рисунок III.19

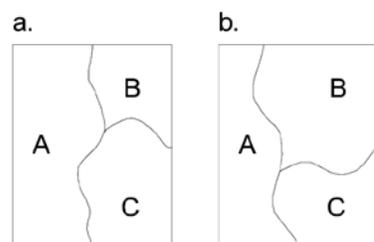
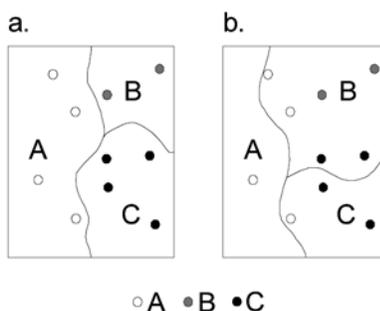
**Логическая точность**

Рисунок III.20

**Нарушения, возникающие вследствие недостаточной точности позиционирования**

3.134. 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 наборов географических данных отличается 100-процентной точностью. При любом способе составления карт, 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 требует непропорционально высоких затрат времени и прочих ресурсов. По некоторым оценкам, для увеличения точности с 95 до 100 процентов необходимо 95 процентов всего бюджета проекта (Nohl, 1998).

3.135. Общепринятой практикой составления топографических карт 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 от 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 базируются на имеющихся топографических картах, стандарты точности для картографического сопровождения переписи должны определяться в тесном взаимодействии со специалистами национальных картографических организаций. Это также обеспечит совместимость по качеству продуктов проекта картографического сопровождения переписи и других выпусков национальных цифровых карт.

3.136. 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 или откажутся от продукта, если будут информированы о его недостатках, или, 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.

3.137. При определении стандартов качества бюро переписи должно принимать во внимание не только свои внутренние потребности, но и потреб-

ности 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 содержание стандартов влияют также и объем имеющихся ресурсов, качество исходных материалов (информация для различных уровней данных может быть разного качества) и выбранная технология сбора данных на местах.

## 2. Контроль качества

3.138. Контроль качества представляет собой набор мероприятий и согласованных процедур, который обеспечивает соответствие разрабатываемых в ходе картографического сопровождения переписи баз данных определенным стандартам точности. В пересмотренном издании *Принципов и рекомендаций в отношении переписей населения и жилого фонда* (United Nations, 2008) подчеркивается важность контроля качества и содержится обзор этих вопросов применительно к процессу переписи. Эти общие принципы применяются также и к созданию географических баз данных.

3.139. Контроль качества должен охватывать абсолютно весь процесс проведения переписи, причем это не менее важно для географических программ. В качестве общей стратегии оптимальные программы должны включать протоколы обеспечения контроля качества на каждом этапе процесса переписи.

3.140. Основу процесса контроля качества образуют тесты и процедуры проверки. Тем не менее контроль качества является также и вопросом отношения со стороны картографического персонала бюро переписи в плане сведения к минимуму ошибок на каждом этапе преобразования данных. Необходимо поощрять персонал, осуществляющий перепись, за нахождение ошибок в конечных 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 собственной работе и четко понимал общую цель процедур контроля качества.

3.141. Хотя специализация персонала по различным задачам 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 периодическая перестановка 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 достигается непрерывность процесса достижения наивысшего возможного качества данных.

3.142. Процедуры контроля качества включают автоматизированные и ручные методы. Автоматизированные процедуры являются более предпо-

чительными 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. Статистические проверки должны быть выполнены для того, чтобы идентифицировать лиц, не проживающих по определенному адресу. 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.

3.143. 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 деревням может быть скомбинирована с набором данных по границам административных единиц известного качества, с тем чтобы обеспечить правильность идентификаторов административных единиц в базе данных деревень (операция «точка в полигоне»). Некоторые ошибки при этом становятся очевидными, например несовпадение границ двух административных единиц, оцифровка которых производилась отдельно. Другие ошибки заметить не так просто, например пропуск части внутренних границ или дорог в наборе ГИС-данных. Следовательно, в значительной мере контроль качества картографических продуктов должен быть основан на визуальном сравнении исходных материалов (карт, данных аэрофотосъемки и т. д.) с оцифрованными данными. Для этого цифровые карты распечатываются, в идеальном случае в том же масштабе, что и исходные карты. Исходный материал и полученный продукт затем сравнивают или путем размещения их рядом по одной линии, или наложением одного 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.

3.144. Все этапы процесса контроля качества должны подробно документироваться. Наиболее подходящим способом 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 должно быть 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.

3.145. Результатом согласованного набора процедур контроля качества должен стать конечный продукт приемлемого уровня точности. Однако в большинстве проектов обычно добавляется заключительный этап, называе-

мый обеспечением качества, который состоит из еще одного цикла проверок и окончательного процесса решения проблем. Процесс обеспечения качества рассматривается ниже.

### 3. Деление национальной территории на единицы обработки данных

3.146. Полная цифровая база данных СУ состоит из тысяч единиц. С практической точки зрения для больших стран не имеет смысла хранить все полигоны 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, однако, потребует определенного совмещения по границам, что предполагает ручное соединение связанных объектов, которые пересекают две или более зоны.

3.147. В более крупных странах картографическая работа, вероятно всего, будет децентрализована. 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.

### 4. Цифровая административная базовая карта

3.148. Выбор оперативных механизмов зависит от условий обработки данных и организационной структуры. В случае выбора децентрализованного подхода национальное бюро переписи прежде всего должно создать национальный шаблон границ для основных административных уровней страны. Например, бюро переписи должно создать, получить или подготовить набор цифровых пространственных границ областей, районов и, желательно, подрайонов. Эти границы должны отличаться высокой точностью и быть достаточно подробными, чтобы их можно было использовать для целей составления карт СУ в крупном картографическом масштабе (например, в масштабе не менее 1:250 000). Эти границы должны использоваться на протяжении всего процесса картографического сопровождения переписи, а также для распространения обобщенной геоотнесенной информации переписи на этих административных уровнях.

3.149. Такие 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. обсуждение НИПД, выше). Используемые в административной базе коды должны соответствовать кодам, используемым в базе данных переписи.

3.150. Официальные границы районов для каждой рабочей зоны следует передать в отделения, ответственные за разделение на участки переписи. Границы СУ затем вводятся в полигоны 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.

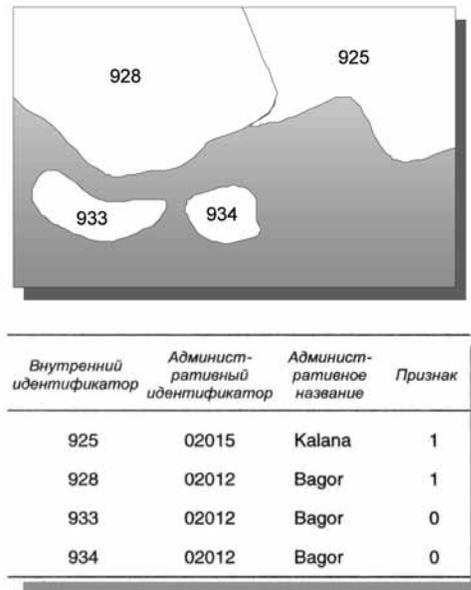
## 5. Территориальные единицы, не имеющие общих границ

3.151. Часто административные единицы делятся на разъединенные, разнесенные пространственные единицы, или полигоны. 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 полигона. Это вызовет трудности в момент привязки информации по атрибутам переписи к полигонам с использованием таблицы географических атрибутов. В реляционной базе данных запись данных переписи привязывается к каждому полигону 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 общая численность населения или количество домохозяйств, будет затруднено, если пользователь захочет суммировать численность населения по всем районам. Поскольку записи повторяются для каждого полигона, принадлежащего к данному району, возникнет дублирование подсчета и результат будет завышен. Для решения этой проблемы существуют два подхода.

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

3.153. 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») (см. рисунок III.21). Это поле будет принимать значение единицы для наибольшего полигона, принадлежащего к данному району, и ноля — для остальных (меньших) полигонов. Перед суммированием или объединением любого значения атрибута пользователь прежде всего сможет выбрать только полигоны, имеющие значение единицы в этом поле. Может быть введено дополнительное поле, в котором указывается количество полигонов, принадлежащих данной единице. Генерирование этой информации может быть выполнено быстро с помощью функции частоты или перекрестного анализа таблиц пакета ГИС.

Рисунок III.21

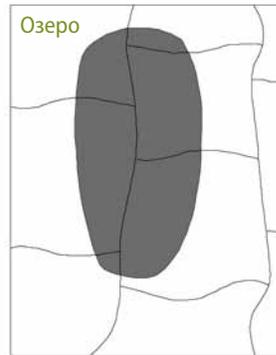
**Работа с административными единицами, состоящими из нескольких полигонов****6. Области вычислений**

3.154. 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 полигона 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 упрощения 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.

3.155. 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 III.22). 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 критериев участия в государственных программах, определение плотности населения может иметь серьезные последствия.

Рисунок III.22

**Озеро, занимающее значительную площадь в нескольких административных единицах**



3.156. В странах, где возникают такого рода проблемы, бюро переписи 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 незаселенной зоны, такой как охраняемая природная зона. В некоторых странах также определяется площадь сельскохозяйственных угодий. Это дает пользователям возможность вычислить плотность населения, занятого в сельском хозяйстве, 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 задокументировать определения чистой площади.

3.157. Поскольку большая часть пакетов ГИС воспринимает полигон в базе данных как отдельную запись, подсчитываемые ГИС значения площади административных единиц или единиц переписи, в состав которых входит более одного полигона, неприменимы для расчетов плотности. Вместо этого следует объединять площади всех полигонов, принадлежащих к одной административной единице или единице переписи. Это возможно выполнить в ГИС с помощью соответствующих функций перекрестного анализа таблиц.

## Г. Разработка метаданных

3.158. В настоящем *Руководстве* рекомендуется рассматривать задачу картографического сопровождения переписи как долговременный 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 аналитиков геопространственных данных, участвовавших в разработке первичных данных. Следовательно, обязательным условием является детальное документирование всех шагов формирования цифровой базы пространственных данных переписи.

3.159. Информация о качестве данных, форматах, методике обработки и вся прочая информация, имеющая отношение к набору данных, называется метаданными, или «данными о данных». Метаданные служат для целей:

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

3.160. Очевидно, что различные производители данных по-разному интерпретируют для себя понятие необходимых метаданных. Поэтому многие страны приступили к разработке общих стандартов географических метаданных. Их целью является унификация процедур документирования пространственной информации. Следовательно, наличие таких стандартов 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 (ISO/TC211) ([www.statkart.no/isotc211/](http://www.statkart.no/isotc211/)), Служба открытого обмена информацией Европейской комиссии ([www2.echo.lu/oii/en/oii-home.html](http://www2.echo.lu/oii/en/oii-home.html)) и Постоянный комитет по инфраструктуре ГИС для стран Азии и Тихого океана ([www.permcom.argis.gov.au](http://www.permcom.argis.gov.au)).

3.161. С учетом того что геосоотнесенные данные переписи являются составной частью национальной инфраструктуры пространственных данных, разработка цифровых карт переписи в максимальной степени должна быть связана с прочими мероприятиями в геопропространственной сфере, проводимыми в стране. Применительно к метаданным это означает, что национальный или региональный стандарт метаданных, если таковой существует, должен быть принят национальным бюро переписи. Тесное сотрудничество с ответственным национальным органом, как правило, с национальным картографическим учреждением или межведомственным консультативным комитетом, будет способствовать введению таких стандартов. В отсутствие национального стандарта бюро переписи сэкономит время и ресурсы, если адаптирует подходящий стандарт метаданных другой страны, а не будет разрабатывать его с нуля.

3.162. Одним из примеров четко разработанного и широко используемого стандарта метаданных является Стандарт содержания цифровых геопропространственных метаданных (CSDGM), разработанный Федеральным комитетом географических данных Соединенных Штатов ([www.fdgc.gov](http://www.fdgc.gov)). Этот стандарт является иллюстрацией типов информации, содержащейся 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, в Бюро переписи Соединенных Штатов входит Подкомитет по информации культурного и демографического назначения ([www.census.gov/geo/www/standards/scdd](http://www.census.gov/geo/www/standards/scdd); см. также United States Federal Geographic Data Committee, 1997b). В настоящем разделе рассматриваются только основные элементы определения метаданных.

3.163. В состав CSDGM входят семь основных разделов, и этот стандарт может рассматриваться в качестве шаблона базы данных, поля которой описывают различные аспекты набора 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 набора данных. Разработка такого обязательного набора полей является хорошей отправной точкой для определения шаблона метаданных бюро переписи. Остальные поля определяются как «обязательные в случае наличия» или «необязательные».

3.164. Основными элементами стандарта являются:

- **информация об идентификации**, включающая наименование множества данных, сферу 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, хронологическая информация, полнота и преемственность множества данных. Преемственность включает источники данных, используемые для составления множества данных, а также этапы обработки и промежуточные продукты;
- **информация по организации пространственных данных**, относящаяся к методу хранения данных, такая как информация о размещении листов карт в точечной, растровой, векторной и цифровой форме;
- **пространственная базовая информация**, включающая проекцию карт и все соответствующие параметры, которые определяют систему координат;
- **информация о совокупностях и атрибутах**, содержащая детальные определения атрибутов набора данных, включая типы атрибутов данных, допустимые значения и определения. Это в основном та же информация, которая содержится в словаре данных, описанном в пункте 3.127, 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;
- **справочная информация о метаданных**, то есть информация о самих метаданных и, что особенно важно, о том, кем и когда сформированы метаданные.

3.165. 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**, обеспечивающая согласованность ссылок на автора, название, дату публикации и издателя;
- **информация о периоде времени**, содержащая одну дату, несколько дат или диапазон дат;
- **контактная информация**, то есть контактное лицо и/или организация, адрес, номер телефона и адрес электронной почты.

3.166. 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 базы данных или веб-браузер (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.

3.167. Определение шаблона метаданных, который будет использоваться в рамках проекта картографического сопровождения переписи, — только один из аспектов управления метаданными. Другой аспект — осуществление процедур поддержки метаданных. Бюро переписи 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.

## **Г. Выводы и заключение**

3.168. В главе III представлены технические аспекты пошагового процесса формирования цифровой базы на уровне СУ, включая основы географической базы данных, механизмы ввода данных, географическое кодирование («геокодирование») и установление границ СУ.

3.169. К концу этого рабочего этапа НСО должна создать бесшовный охват СУ на основе предшествующих переписей для обновления на местах. На определенном этапе НСО достигнет всех возможных для нее результатов в кабинетной работе, и ей необходимо будет перейти к работе на местах.

3.170. Конечной задачей является поддержка принятия решения по составлению базы данных СУ для операций по определению сферы охвата переписи. Это сделает перепись более точной и предоставит гораздо лучшие итоговые данные для последующего анализа и распределения. Это также обеспечит распределение результатов переписи особенно для их применения в гуманитарных областях (например, для обеспечения готовности к стихийным бедствиям и преодоления их последствий). Данная тема рассматривается в главе VI.



## Глава IV

# Обобщение результатов работ на местах с помощью глобальных систем определения местоположения и данных дистанционного зондирования

4.1. В данной главе продолжается рассмотрение пошагового процесса создания географической базы данных на уровне счетных участков (СУ), понятие которой было введено в главе III. Здесь мы рассматриваем важное значение новых инструментов и источников данных, которые стали возможны благодаря спутниковым технологиям, а именно глобальным системам определения местоположения (GPS) и дистанционному зондированию (ДЗ) (включая аэрофотосъемку), напрямую изучая эти новые инструменты и источники данных.

4.2. Основной темой главы IV является использование GPS и дистанционное зондирование (ДЗ) для установления границ СУ. Основным назначением этих инструментов является проверка на местах границ СУ, которые были проложены национальной статистической организацией (НСО) в лабораторных условиях с помощью географической информационной системы (ГИС) на основе карт предыдущей переписи. Или — при отсутствии точных карт — эта работа проводится с целью создания основы для последующего установления границ СУ в главном офисе бюро переписи до проведения работ на местах с целью окончательного установления и проверки этих границ. С помощью данных дистанционного зондирования географы-аналитики могут выявить те территории, которые в наибольшей степени нуждаются в обновлении, и отделить их от территорий, требующих минимального обновления. В этой главе разъясняются некоторые основы функционирования GPS вместе с некоторыми рекомендациями по использованию в переписи данных, полученных с помощью GPS (включая ряд примеров использования GPS для установления границ СУ и других административных границ и определения местоположения единиц жилого фонда и помещений коллективного проживания), и для получения ряда других характеристик. Рассматривается также использование портативных и карманных компьютеров. Дистанционное зондирование рассматривается применительно как к получаемым со спутников изображениям, так и к аэрофотосъемке, при этом даются некоторая базовая информация и рекомендации для НСО.

4.3. В идеальном случае на этом этапе процесса статистическое учреждение уже отсканировало карты СУ предыдущей переписи и преобразовало их в цифровую географическую базу данных СУ. Несмотря на трудоемкость и внешне всеобъемлющий характер работы, полученная база данных является, по сути, лишь грубым проектом, поскольку карты СУ с границами, обозначенными в главном офисе бюро переписи, еще не прошли обновление на местах.

Масштаб совместной деятельности штаб-квартиры и местных отделений бюро переписи в этих операциях определяется уровнем централизации проведения переписи, а также структурой коммуникаций и доступностью территории страны. Настоящее *Руководство* исходит из того, что оперативная деятельность штаб-квартиры и местных отделений будет сосредоточена вокруг оперативной деятельности на местах и обмена данными.

4.4. В глобальном смысле основополагающей целью оцифровки географических данных является применение новых технологий для более быстрого изготовления карт более высокого качества и повышения общего уровня качества данных переписи. Мы вновь делаем упор на особенности условий в отдельных странах, обращая при этом внимание на то, каким образом территория страны разделена на административные единицы и СУ, используемые статистической организацией для целей переписи. Применяя спутниковые снимки, аналитики и планировщики переписи могут выявить районы, требующие проведения дополнительных работ на местах, например в целях учета новых растущих районов вокруг городов. Для целей планирования и логистики имеет смысл заранее выявить такие приоритетные районы, определить зоны значительных изменений по сравнению с предыдущей переписью и сконцентрировать свое внимание именно на них. Именно это означает подход «выявление изменений», причем наиболее эффективно эти задачи могут быть решены сравнением полевых, лабораторных и полученных методами дистанционного зондирования данных.

4.5. Понятие «дистанционное зондирование» определяется как получение изображения с использованием чувствительных элементов для сбора информации по данному участку или объекту. ДЗ — это мощный инструмент для того, чтобы «увидеть» ландшафт территории переписи с таких ракурсов, которые могут значительно улучшить точность регистрации переписи, но, кроме того, потенциально это объект достаточно крупных инвестиций для НСО. Возможности дистанционного зондирования гораздо шире, чем просто дополнение картирования на местах; по сути, оптимальным путем является его использование совместно с другими источниками данных, такими как полевые карты, описание границ и СУ из предыдущей переписи. Поскольку ДЗ предполагает серьезные инвестиции, НСО необходимо принять продуманное решение о своих планах в этой области, прежде чем вкладывать средства в получение таких изображений и подготовку персонала. В таком плане должны быть заранее конкретизированы области анализа данных и предполагаемые продукты, с тем чтобы НСО не пошла по пути получения внешних данных, которые не имеют практически никакого значения для пользователей. Это особенно важно в тех случаях, когда такая технология рассматривается лишь в качестве дорогостоящего дополнения, а не основного средства достижения конечной цели. Только после того как НСО ответит на вопрос о конкретных областях использования данных, она может проводить оценку последствий внедрения технологии с точки зрения требуемых ресурсов, особенно в кадровой сфере.

## **А. Глобальные системы определения местоположения**

4.6. Будучи изначально весьма экзотической, глобальная система определения местоположения (GPS) произвела революцию в навигации, получив самое широкое распространение. В последние годы GPS преобразила также область картирования переписи. Фиксируя широту-долготу в легко примени-

мом формате, GPS снимает проблемы введения координат объекта в любую прикладную программу. По мере снижения цен на приемники GPS — сегодня надежную модель можно купить менее чем за 100 долл. США — системы GPS были интегрированы во многие технологии и получили широкое применение в качестве персональных устройств, а также на потребительском рынке в машинах, на яхтах, в строительстве и сельскохозяйственном оборудовании; GPS начали встраивать в портативные и карманные компьютеры. Самые многочисленные группы профессиональных пользователей сложились в отраслях управления коммунальным хозяйством, телекоммуникаций, геодезической съемки и навигации. GPS позволяет также совершенствовать процессы полевых исследований в таких областях, как биология, лесоводство и геология, и получает все более широкое применение в эпидемиологических и демографических обследованиях. Кроме того, GPS становится основным инструментом выполнения картографических работ переписи.

4.7. Основная часть рассматриваемого ниже материала относится к системе, созданной в Соединенных Штатах и определяемой общим названием GPS; это наиболее широко используемая система, для которой существует огромный рынок производителей устройств и услуг в области наблюдения. Ниже также даются краткое описание и анализ других спутниковых систем определения местоположения, включая российскую систему ГЛОНАСС, систему Европейского союза «Галилео» и китайскую систему «Бейдоу».

## 1. Принцип работы глобальной системы определения местоположения

4.8. GPS — это всемирная радионавигационная система, использующая орбитальные спутники. Приемники GPS ведут прием сигналов, передаваемых спутниковой сетью, состоящей из 24 спутников, из которых 21 рабочий и три резервных, и их наземных станций. 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» приемника GPS, находящегося на земной поверхности.

4.9. Местоположение приемника GPS на земной поверхности определяется путем замера расстояния от нескольких спутников в трех измерениях (X, Y и Z). И спутник, и приемник GPS вырабатывают точно синхронизированный сигнал (используя 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 (299 338 км/с), то для определения расстояния необходимо просто умножить полученный временной интервал на скорость света.

4.10. Имея значения расстояния от нескольких спутников, местоположение можно определить путем триангуляции. Получив значение расстояния со второго спутника, мы можем уточнить наше местоположение до двух точек, в которых пересекаются две окружности. 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. Конечно же,

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. Наконец, сфера, окружающая третий спутник, пересекает эту окружность в двух точках. Только одна из них, как правило, является реальной. Однако для уточнения оценки местоположения применяется четвертое измерение. Это четвертое измерение также помогает осуществить корректировку любой неточности внутренних часов приемника. Спутниковые атомные часы, напротив, отличаются очень высокой точностью.

## 2. Точность глобальной системы определения местоположения

4.11. Недорогие приемники GPS могут обеспечить приемлемую точность информации о широте, долготе и высоте местоположения пользователя в любой точке мира в любое время. По данным поставщиков недорогих «автономных» приемников GPS для гражданского применения, местоположение определяется с точностью в пределах от 15 до 20 метров. Информация о высоте менее надежна по сравнению со значениями долготы и широты.

4.12. 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. Фактором снижения точности при определении положения в пространстве называется распределение спутников в небе, и этот фактор поддается числовому выражению. Другим фактором, влияющим на качество сигнала, являются отклонения орбиты. Они могут учитываться с помощью эфемерид — астрономических таблиц. Дополнительными факторами погрешности являются влияние Луны, а также атмосферные возмущения, изменяющие сигнал по мере его прохождения через атмосферу. Причиной «ошибок за счет многолучевого распространения» являются вторичные излучения сигнала за счет отражения от зданий и других твердых тел. Такие ошибки создают более или менее хаотический шум — случайные кратковременные отклонения местоположения. Однако вплоть до отказа от такой практики в 2000 году источником наиболее существенных ошибок являлся так называемый селективный доступ, внедренный Министерством обороны США для снижения точности сигнала. Хотя практика селективного доступа была ликвидирована, она может быть вновь введена на период войны.

4.13. Повторное считывание значений координат GPS необязательно улучшает точность определения координат. 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 сегодня существуют более удачные методы повышения точности определения координат с помощью GPS.

## 3. Дифференциальные глобальные системы определения местоположения

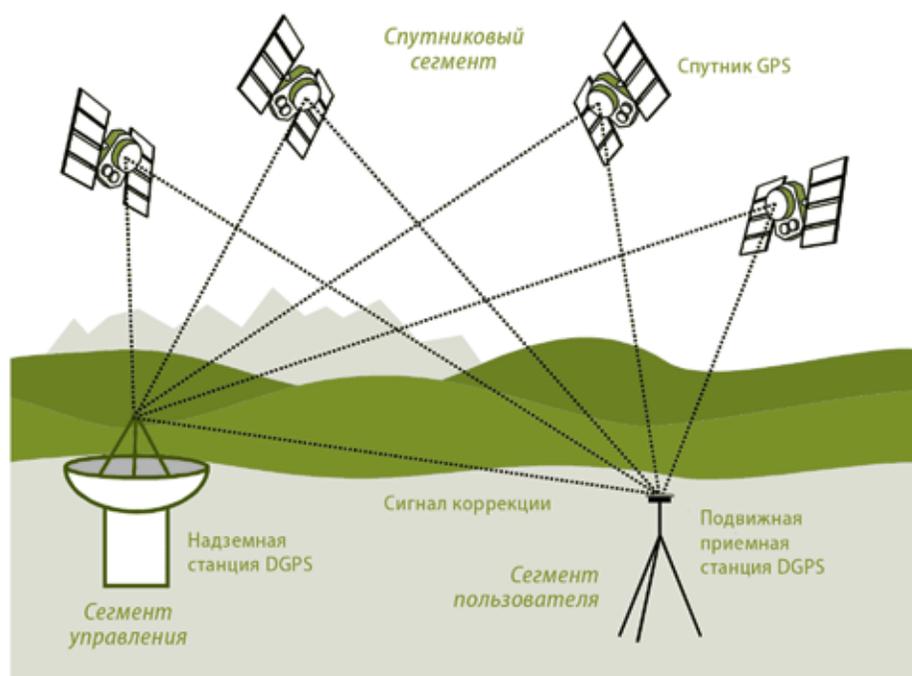
4.14. В тех случаях, когда требуется очень высокая точность, используются дифференциальные глобальные системы определения местоположения (DGPS), учитывающие корректирующую информацию, передаваемую имеющей точно известные координаты базовой станцией, для корректиров-

ки сигналов спутника (см. рисунок IV.1). Системы DGPS становятся все более популярными и доступными. DGPS требуют совместной работы двух приемников — одного стационарного и одного подвижного. Сигналы, получаемые базовой станцией DGPS и подвижным приемником GPS, подвержены действиям одних и тех же ошибок. Приемник базовой станции измеряет хронологические ошибки, а затем посылает корректирующую информацию на мобильные приемники GPS. Опорная станция получает те же сигналы GPS, а затем вычисляет время прохождения сигналов GPS и сравнивает их с реальным временем, получая коэффициент поправки. 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 наблюдения можно обеспечить точность примерно до 2 метров, причем этот результат будет еще выше в случае локализации стационарного объекта. Более дорогие системы и более длительные периоды сбора данных по каждому координатному значению могут повысить точность до долей метра.

4.15. 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 устройства GPS высшего класса могут быть преобразованы в базовые станции DGPS, которые будут осуществлять трансляцию корректирующей информации. Пользователь должен найти точно известное местоположение, вблизи которого затем будет обеспечено точное картирование. Наконец,

Рисунок IV.1

#### Дифференциальная глобальная система определения местоположения



корректирующая информация распространяется также геостационарными спутниками, например для целей авиационной навигации.

4.16. При отсутствии необходимости в получении данных в реальном времени более применимой и менее сложной альтернативой может стать последующая обработка координат GPS. 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 последующей коррекции. В более крупных странах может потребоваться установка многих базовых станций.

4.17. Некоторые новые национальные системы, о которых следует упомянуть, используют новые спутниковые технологии и связь по каналам Интернета. Широкозонная усиливающая система (Wide Area Augmentation System, WAAS) представляет собой систему DGPS континентальной части США, созданную Федеральным управлением гражданской авиации США. Она включает геостационарный спутник (этот термин означает фиксированное по отношению к поверхности Земли положение в отличие от орбитального спутника), который транслирует корректирующую информацию на частоте GPS, используя 24 станции, функционирующие на территории Соединенных Штатов. Постоянно работающие опорные станции (CORS) были также разработаны для целей авиации, однако они используются во многих других областях. Каждая такая станция передает измерения GPS, позволяя вносить поправку на ошибку и обеспечивая точность определения местоположения на уровне нескольких сантиметров. На момент подготовки к печати данной публикации такая система имела только в Северной Америке, однако на момент распространения тиража аналогичная система может уже работать в Африке.

4.18. Правительства в других регионах разрабатывают аналогичные спутниковые дифференциальные системы. В Азии японцы работают над созданием Многофункциональной спутниковой усиливающей системы (Multi-Functional Satellite Augmentation System, MSAS), которая будет работать по всей территории Азии с точностью до 3 метров. В Европе имеется Европейская геостационарная служба навигационного обеспечения (Euro Geostationary Navigation Overlay Service, EGNOS), состоящая из трех геостационарных спутников и сети из 34 наземных станций. Система EGNOS начала работать в 2005 году, а в 2008 году пройдет сертификацию на точность позиционирования менее 2 метров. Зона покрытия включает Африку и Южную Америку.

#### 4. Прочие глобальные спутниковые навигационные системы

4.19. Существует несколько альтернатив американской глобальной системе определения местоположения NAVSTAR. В более общем смысле такие системы называют глобальными навигационными системами, или GNS. Аналогом GPS является российская система ГЛОНАСС, руководство которой осу-

ществляет Министерство обороны Российской Федерации. Создание системы ГЛОНАСС началось в 1976 году, а формирование орбитальной группы завершилось в 1995 году, однако затем система пришла в неисправное состояние, и в 2007 году на орбите осталось всего семь спутников. Российское космическое агентство планирует завершить полную дислокацию системы в составе 24 спутников к 2011 году. Согласно заключенному договору о сотрудничестве правительство Индии запустит два спутника с индийской территории в обмен на доступ к сигналам высокой точности.

4.20. В настоящее время Европейское космическое агентство и Европейский союз занимаются созданием системы ЕС «Галилео», причем планируется ее введение в эксплуатацию к 2013 году. Система «Галилео» будет иметь орбитальную группу в 30 спутников, запуск которых должен быть осуществлен в период с 2006 года по 2010 год, и две наземные станции — в Мюнхене и Риме. Одним из усовершенствований по сравнению с работающей в Соединенных Штатах GPS является «сигнал целостности сигнала», немедленно информирующий пользователя об ошибках сигнала; другое — система «Галилео» будет работать в крайних широтах. На пользовательском уровне система «Галилео» будет обладать операционной совместимостью с американской системой GPS.

4.21. Предложенная Китаем система «Бейдоу» в перспективе будет иметь 35 спутников — пять геостационарных и 30 орбитальных. Пользователям, находящимся в Китае, будет обеспечено бесплатное обслуживание с точностью в 10 метров; за пределами Китая абоненты системы смогут за плату получать более точное обслуживание. Два очередных спутника системы «Бейдоу-II» были запущены в 2007 году.

4.22. Имеющиеся в продаже приемники GPS весьма существенно различаются по цене и характеристикам. Точность определения местоположения указывается в технической спецификации. Чем мощнее приемник, тем он дороже. Пользователю следует решить, оправдывает ли повышенная точность дополнительную стоимость. Для многих прикладных картографических целей 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 приемников GPS, являются надежность их блоков, потребляемая мощность (вследствие дороговизны батарей целесообразно использовать автомобильные зарядные устройства), емкость памяти для хранения координат и простота передачи сохраненных координат в портативный или настольный компьютер.

4.23. Большинство поставщиков предлагают интегрированные устройства, 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. Эти технологии будут рассмотрены ниже вместе с комплексными полевыми картографическими системами.

## **5. Использование глобальных систем определения местоположения для картирования переписи**

4.24. Технология GPS предлагает множество сфер применения на этапе картирования, включая подготовку и коррекцию карт счетчиков для про-

ведения переписи. Как отмечалось выше, необходимо еще раз подчеркнуть важность того, чтобы используемые новые технологии хорошо вписывались в продуманный и подробный генеральный план. С помощью DGPS можно откорректировать географическое положение границ СУ, при этом местоположение точечных объектов, таких как пункты обслуживания или центры сельских населенных пунктов, могут быть получены каким-либо более дешевым способом. Координаты могут быть загружены или введены вручную в ГИС или другую цифровую картографическую систему и объединены с существующей информацией, имеющей географическую привязку. Ниже изложены рекомендации по установлению границ СУ на местах, после чего приводятся примеры конкретных мероприятий переписи, в которых можно использовать GPS (более подробная информация по установлению границ СУ приводится в главе III).

4.25. Как мы знаем, СУ являются оперативными географическими единицами для сбора данных переписи. Они также могут использоваться в качестве единиц распространения данных переписи, однако их основная роль — сбор данных. К характерной особенности СУ относится их полный охват территории страны. СУ предназначены для того, чтобы разграничивать районы с «равной численностью населения». В качестве границ СУ используются такие объекты, как дороги и водоемы, которые можно наблюдать на местности. Использование данных дистанционного зондирования наряду с картами предыдущей переписи сэкономит несчетные часы работы. Проверку на местах можно свести к минимуму, а ресурсы направить на быстро меняющиеся районы.

4.26. При определении границ СУ сотрудники бюро переписи должны понимать, что идеальный размер счетного участка определяется исходя из площади его территории и численности проживающего в нем населения. Один СУ должен иметь такую территорию, которую один счетчик способен охватить за период сбора данных переписи. Пороговая численность населения для каждого СУ базируется на том плане, который был разработан НСО с использованием результатов предварительного пробного прогона переписи для определения числа дней, необходимых для проведения регистрации.

4.27. Оценка численности населения представляет собой наиболее важный элемент определения границ СУ. Поскольку определение границ СУ основано как на площади, так и на численности населения, необходимо установить такую систему оценки численности населения в каждом СУ, которая является наиболее точной, исходя из имеющихся ресурсов. Невозможность предварительного получения надежных оценок населения СУ затруднит регистрацию и поставит под угрозу качество результатов.

4.28. Оценки населения СУ можно получить при сотрудничестве с местными официальными лицами. Хотя им могут быть и неизвестны сами СУ, местные чиновники в сельских районах способны оценить размер поселков и деревень. Иногда применительно к небольшим территориям легче сделать оценку единиц жилого фонда, чем населения. При невозможности участия местных чиновников такие оценки могут быть сделаны персоналом НСО в ходе выездов на места или с помощью имеющейся информации, такой как аэрофотоснимки, спутниковые изображения, дорожные или планировочные карты, данные административного учета, регистры населения, отчетность коммунальных компаний или результаты предыдущей переписи. В последнем случае может потребоваться корректировка цифр с учетом роста населения в том или ином районе.

4.29. Рекомендации по установлению границ СУ базируются на главной цели обеспечения полного охвата, что означает сведение к минимуму накладок и пробелов. Обычно для хорошего визуального восприятия

выделяется специальный символ, например волнистая линия. Границы СУ следуют заметным объектам, таким как дороги, ручьи, озера и железнодорожные пути, которые заметны как на карте, так и на местности. Такие детали ландшафта, как горные гряды и леса, служат плохой границей и должны использоваться только в крайнем случае. При необходимости включения единиц жилого фонда по обе стороны дороги можно использовать «сдвиг линий».

4.30. В целом при установлении границ СУ необходимо добиваться сбалансированности численности населения и площади территории. Если местные условия требуют от счетчика непропорционально большого времени для переезда между единицами жилого фонда, то размер такого СУ необходимо сократить. Природные особенности местности, такие как обрывы, реки, болота и леса, могут стать препятствиями при передвижении, так же как и созданные человеком условия, например рассредоточенный на местности порядок расположения населенных пунктов, раздробленная дорожная сеть и неразвита общая инфраструктура.

## 6. Некоторые конкретные картографические задачи, связанные с глобальными системами определения местоположения

4.31. К некоторым конкретным картографическим задачам, связанным с GPS, относятся:

- a) **Определение границ счетных участков.** Границы СУ имеют форму полигонов и привязаны к естественным элементам ландшафта. С учетом малых размеров СУ проведение границ с помощью GPS в полном объеме будет, вероятно всего, весьма непрактично без установления очередности, в рамках которого основные усилия концентрируются на тех районах, в которых недавно произошли изменения. В технологиях дистанционного зондирования такой подход известен как «выявление изменений». Если для страны с населением 20 млн. человек необходимы 40 тыс. участков по 500 жителей в каждом, то для одной только работы по составлению карт их границ с помощью устройств GPS потребуются многие годы. Предпочтительным подходом является цифровое проведение границ СУ по документам предыдущей переписи и использование GPS на местах только там, где это необходимо, особенно в случае изменения границ в целях, например, создания новых районов или присоединения земельных участков.
- b) **Определение административных границ.** В большинстве стран административные границы (например, областей, районов и микрорайонов) уже определены в картах малого масштаба (то есть в упрощенном виде). Весьма вероятно, что территория этих единиц определена недостаточно точно для проведения переписи. Национальные статистические организации должны тщательно взвесить потенциальные выгоды от проведения детальной проверки административных границ в период переписи по сравнению с затратами времени и труда. Если в принципе это возможно, НСО необходимо получить доступ к цифровым файлам по административным границам. Такие файлы скорее всего имеются в национальном картографическом агентстве. До начала попыток использования таких данных в проекте ГИС необходимо направить запрос на соответствующие метаданные, включая информацию о географическом базисе и проекции.

- c) **Локализация единиц жилого фонда.** Некоторые страны дошли до того, что фиксируют широту/долготу каждой единицы жилого фонда в стране, а иногда даже фотографируют каждое жилое здание. Реализация такой задачи в масштабах всей страны требует значительных затрат ресурсов. Если такая работа проводится бюро переписи в ходе регистрации, она далеко не обязательно потребует больших затрат времени, тем не менее необходимо всеобъемлющее занесение в память и индексирование файлов во избежание дублирования работы.
- d) **Локализация помещений коллективного проживания.** К помещениям коллективного проживания относятся любые жилые помещения общественного или институционального проживания, в том числе гостиницы, военные казармы, детские дома, рабочие лагеря, мужские и женские монастыри, дома престарелых, больницы, общежития и исправительные учреждения. Проживающий в различных общественных учреждениях контингент иногда бывает наиболее уязвим для стихийных бедствий, и специалисты по планированию гуманитарной помощи все чаще запрашивают географические точки расположения помещений коллективного проживания для эффективного планирования мер реагирования на бедствия. Более того, локализация помещений коллективного проживания с помощью устройств GPS может стать менее трудоемким делом в силу их меньшего числа, чем подсчет всех единиц жилого фонда в стране.
- e) **Другие важные объекты (включая дороги).** Такие объекты, как дороги, могут быть полезны для разграничения счетных участков или предоставления навигационной информации. Водоемы также полезны для ориентации работников переписи, при этом элементы ландшафта могут использоваться в качестве реперных точек для целей геосоотнесения спутниковых изображений или для вспомогательных карт. НСО должны направлять запросы различным правительственным учреждениям на предоставление цифровых версий таких базовых данных, как дороги, с тем чтобы сэкономить время и деньги на проведение фактической регистрации.

4.32. Для целей переписи необходимо тщательно взвесить возможности широкомасштабного использования GPS. Для многих задач, включая запись данных по каждой единице жилого фонда и проведение границ счетных участков, требуется оборудование для оснащения большого числа работников на местах, что, вероятно, выйдет за пределы ресурсов проекта переписи.

4.33. Конкретный метод использования координат GPS при картографическом сопровождении 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 пешем перемещении по дороге или при проезде по ней на автомобиле или велосипеде. При тщательном планировании такой подход может стать экономичным методом составления базы данных

уличной или дорожной сети, однако в зависимости от выбранных стандартов качества данных точность получаемых в результате линий может оказаться приемлемой или недостаточной. В целях сохранности данных, а также обеспечения их резервных копий в районах без надежного электроснабжения экономичной альтернативой создания резервных копий является считывание координат из приемника GPS и вписывание их вручную в таблицы данных. Устройства GPS не могут работать без батарей, поэтому необходимо обеспечить их достаточный запас, включая резерв. Следует заблокировать другие функции устройств GPS, с тем чтобы работники на местах не могли их перепрограммировать или изменить настройки. Наконец, устройства необходимо снабдить ясной маркировкой, чтобы в случае утери или воровства их было бы трудно перепродать.

## **7. Требования в области профессиональной подготовки для использования глобальных систем определения местоположения**

4.34. Для успешного осуществления проекта GPS национальная статистическая организация должна тщательно управлять закупками оборудования, заботиться о подготовке и потребностях персонала и разрабатывать протоколы для точек сбора данных (Montana and Spencer, 2004). Для такой деятельности рекомендуется назначение координатора GPS. Такой сотрудник должен как минимум разбираться в устройствах GPS и владеть важнейшей информацией по сбору и хранению точечных данных. Он также должен координировать работу сотрудников на местах для обеспечения согласованности их действий. Программа подготовки сотрудников на местах должна включать понимание принципов работы устройств GPS, а также того, как приемник рассчитывает позицию, и, выявление и устранение неисправностей устройств.

4.35. В идеале GPS следует планировать заранее, за несколько лет, в качестве составной части общего планирования переписи. Связанные с GPS проекты следует планировать как минимум за шесть месяцев до их реализации при уже разработанных и утвержденных стратегиях сбора данных. Таблицы данных могут разрабатываться с последовательной закономерностью названий для различных единиц и географических зон, с тем чтобы база данных СУ или идентификация объектов были согласованы с GPS-кодами промежуточных точек маршрутов.

4.36. На случай вызванной катастрофой утраты аппаратуры и резервных копий GPS координаторы GPS должны разработать схему создания резервных копий. Это может быть очень простая операция, например запись координат широты/долготы на бумажных копиях формуляров переписи с последующим их копированием в электронную таблицу.

4.37. Для целей загрузки промежуточных точек GPS в портативный или настольный компьютер можно использовать такие программные пакеты, как условно-бесплатные программы GPS Utility, EasyGPS и бесплатные программы GPSBabel, а также программы производителей. Операторы могут импортировать загруженные файлы в Excel или другие программы работы с таблицами для включения данных в проект GPS, на этом этапе могут быть добавлены другие атрибутивные данные. В некоторых программах данные GPS могут добавляться в проект ГИС в виде корректно сформатированной таблицы или как «данные о событиях».

## 8. Резюме: преимущества и недостатки глобальных систем определения местоположения

### 4.38. Преимущества GPS:

- сравнительно невысокая стоимость, простота использования элемента сбора данных на местах. Для полноценной эксплуатации современных устройств достаточно небольшой подготовки;
- достаточный уровень точности для многих приложений картирования переписи — высокая точность достигается за счет дифференциальной коррекции;
- собранные данные могут быть непосредственно считаны в базы данных ГИС, что исключает промежуточные этапы ввода или преобразования данных;
- возможность использования в любой точке планеты;
- новые системы GPS появятся в эксплуатации в течение следующих пяти лет.

### 4.39. Недостатки системы:

- физический компонент системы GPS дешев, тем не менее операции на местах с применением GPS могут стать весьма затратными по времени (а значит, и дорогостоящими) при отсутствии надлежащего планирования;
- всеобъемлющее планирование включает определение того, какие продукты появятся в результате широкого применения GPS;
- возможное искажение сигнала в районах плотной городской застройки или в лесах (ошибка многолучевого распространения);
- точность стандартной системы 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 и может отсутствовать в наличии во многих отдаленных районах; DGPS требует большего количества времени для сбора данных на местах и более сложной последующей обработки для получения более точной информации;
- для сбора данных может потребоваться очень большое количество терминалов GPS на короткий период сбора данных, что делает широкомасштабное использование GPS потенциально весьма дорогостоящим;
- чем более сложным является измеряемый с помощью GPS объект, тем больше времени требуется на подготовку.

4.40. При использовании GPS неизбежно могут возникнуть некоторые проблемы. В районах плотной городской застройки возможная ошибка многолучевого распространения может сделать практически невозможным точное определение прилегающих СУ. Высокие здания или плотно засаженные деревьями улицы могут затруднять прием сигналов от достаточного числа спутников, поскольку спутниковый сигнал не способен проникать сквозь сплошные объекты. Опытный сборщик данных может тем не менее получить информацию о координатах, выйдя на более открытое место, а затем применить корректирующий коэффициент для полученных координат. В некоторых случаях необходимо применить DGPS или провести перекрестное сравнение данных

GPS с информацией из дополнительных источников, таких как опубликованные карты, данные аэрофотосъемки или даже эскизные карты, составленные в ходе работ на местах. Некоторые страны имеют развитые системы базовых станций GPS, которые обеспечивают высокую точность картирования за счет использования DGPS. Однако во многих развивающихся странах таких сетей пока не существует.

## **В. Интегрированные полевые картографические системы на базе карманных компьютеров**

4.41. Новые технологии, комбинирующие функциональность компьютеров с GPS, находят свое применение в операциях переписи в некоторых странах. Одним из преимуществ использования карманных «наладонных» компьютеров или персональных цифровых секретарей (ПЦС) является функция «прямого сбора данных» — способность записывать информацию напрямую без преобразования данных, что устраняет ряд промежуточных шагов. Карты можно обновлять мгновенно. 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 атрибутивную информацию и сохранить эти данные в географической базе данных. Затем такая информация может быть включена в географическую базу данных на рабочем месте в офисе. Учитывая, что стоимость портативных компьютеров и других переносных вычислительных устройств постоянно снижается, интегрированные полевые картографические системы могут вскоре стать основным инструментом сбора данных на местах для целей переписи.

4.42. Прогресс в технологиях, включая GPS, беспроводную связь и миниатюризацию компьютеров, сделал возможными многочисленные новые сферы применения для карманных устройств ГИС, в частности специализированное программное обеспечение для работ на местах в рамках переписи. Ряд «наладонных» и карманных устройств поддерживают множество экранных, поисковых и простых аналитических функций, при этом программы и данные содержатся в их памяти, так как карманные устройства не имеют накопителей на жестких дисках. Их другие функции включают беспроводную связь посредством Bluetooth и/или WiFi и синхронизацию с ПК для быстрого переноса и обновления данных, а также создание резервных копий во избежание потери данных. Программы ГИС были разработаны и для использования в смартфонах. Ударостойкие ПЦС можно использовать для мобильного сбора данных в тяжелых условиях. Программы для карманных компьютеров включа-

### **Вставка IV.1**

#### **Тематическое исследование на примере опыта применения глобальных систем определения местоположения: Фиджи**

Проведенная в 2007 году на Фиджи перепись стала первой в тихоокеанском регионе, в рамках которой использовались технологии GPS для привязки вопросников переписи к географическому местоположению всех домохозяйств страны. На Фиджи, как и во многих развивающихся странах, не было точной базы данных по жилым зданиям, а отсутствие названий улиц и номеров домов означало также и отсутствие адресных списков. Система GPS давала очевидные преимущества, поскольку она повышала точность и охват мест рас-

положения домохозяйств, а также использовалась в качестве инструмента управления и контроля (для проверки точности и достоверности данных), ускоряя, таким образом, работу менеджеров и счетчиков переписи. Определение местоположения с помощью GPS позволяло обобщать данные переписи в ряд административных единиц для таких целей, как здравоохранение, образование и природоохранная деятельность.

Для этой работы были закуплены около 200 устройств GPS модели Garmin eTrex и 20 портативных компьютеров; 10 сотрудников прошли курс подготовки по системам GPS и программе ESRI Arcview, и им было поручено провести сверку промежуточных точек маршрутов; 200 операторов GPS прошли трехнедельный курс подготовки. Операторам и контролерам GPS были выданы «шпаргалки» — пошаговые инструкции по настройке устройств GPS, записи промежуточных точек, загрузке этих точек из приемника GPS в компьютер, наложению промежуточных точек на изображение, а также экспорту и печати файлов в формате JPEG.

Операции на местах проводились таким образом, чтобы операторы GPS следовали за счетчиками и записывали промежуточные точки маршрута. Контролеры регулярно встречались с операторами для проверки и копирования этих данных. При наличии изображений промежуточные точки накладывались на них в формате программы Google Earth для подтверждения их местоположения. Была разработана система «тройной нумерации промежуточных точек», с тем чтобы увязать местоположение домохозяйств и их соответствующие вопросники. В первую очередь счетчик прикреплял самоклеящуюся табличку с уникальным 6-значным номером на тот дом, где был проведен опрос, и еще одну табличку — на калитку дома с оградой. Небольшая табличка с этим же номером наклеивалась на формуляр данного домохозяйства. Запасная табличка помещалась на калитку тех домохозяйств, в которых калитка и входная дверь находились на большом расстоянии друг от друга. Это облегчало запись промежуточных точек. Во-вторых, оператор GPS посещал данное домохозяйство и вводил в компьютер тот же номер в качестве идентификатора промежуточной точки, с тем чтобы позднее увязать его с соответствующим вопросником.

По завершении работ на местах были созданы две базы данных промежуточных точек: одна — с координатами долготы и широты, а другая — с вопросниками. Обе базы данных можно было объединить с помощью уникального номера промежуточной точки/вопросника. На этом этапе проводились проверки для определения отсутствующих вопросников и неправильно указанных промежуточных точек. Затем группа сотрудников выезжала на место для исправления этих ошибок.

В ходе работ возник ряд трудностей, из которых можно извлечь полезный опыт для будущих переписей:

- на ранних этапах фиксирования точек с помощью GPS операторы записывали промежуточные точки до момента достижения устройствами оптимального уровня точности; для решения этой проблемы было продлено время ожидания;
- потеря табличек по причине двух религиозных праздников (в тех случаях, когда дома перекрашивались по этому случаю) означала, что операторам пришлось возвращаться в офис для записи имен и адресов жильцов перед возвращением на место для сбора промежуточных точек;
- 6-значные коды иногда неправильно заносились из вопросников в устройства GPS в качестве промежуточных точек, а также в базу данных; одним из путей решения этой проблемы на месте в будущем может быть использование сканера штрихкодов в комплекте с приемниками GPS;
- еще одним источником ошибок стало отставание фиксирования промежуточных точек с помощью GPS от регистрации, иногда на несколько месяцев; если бы группа регистрации также занималась записью промежуточных точек, такие ошибки были бы устранены.

Одним из ожидаемых преимуществ для Фиджи информации GPS такого рода является возможность подготовки к стихийным бедствиям и управление ими, когда они происходят; наложение базовой информации по цифровую модель местности ясно показывает группы населения, пострадавшие от любого такого бедствия.

ют облегченные версии популярных офисных программных пакетов. К примерам программ ГИС, используемых в карманных компьютерах, можно отнести Autodesk OnSite, ESRI ArcPad и Intergraph Intelliwhere.

4.43. НСО, рассматривающие возможность использования карманных компьютеров или для составления карт до проведения переписи, или для фактической регистрации, должны изучить проблему расходов на них. Цена карманных компьютеров, снабженных функциями GPS, может легко достигать до 750 долл. США или даже больше — для ударостойких компьютеров. Для сотрудников, курирующих деятельность в географической сфере, встает оперативный вопрос: какова дополнительная ценность использования устройства стоимостью в 750 долл. США (и выше) по сравнению с устройством GPS стоимостью в 100 долл. США? К некоторым факторам можно отнести возможность просмотра карт на дисплее, требования к электропитанию, особенно в районах без надежного электроснабжения и в других условиях, неблагоприятных для компьютеров, даже противоударных и водостойких.

## **С. Дистанционное зондирование с помощью спутников**

### **1. Использование получаемых со спутников изображений для проверки карт счетных участков на местах**

4.44. Со времени публикации *Руководства 2000 года* увеличился объем данных дистанционного зондирования, выросла их популярность и использование стало проще. Особенно после появления спутниковых изображений высокого пространственного разрешения (1 метр или меньше) ДЗ произвело революцию в картографии. Пришло время использовать этот ценный ресурс для целей переписи. Одной из проблем, стоящих перед НСО, является сама площадь территории, которую необходимо охватить картированием. Спутниковые изображения, если их разумно использовать, могут сэкономить бесчисленные человеко-часы, позволяя НСО сконцентрироваться на важнейших направлениях. Данные ДЗ могут использоваться для независимого метода проверки хода работ сверки данных на местах. В данном *Руководстве* предлагается подход, в рамках которого осуществляется «сортировка» территории страны путем разделения ее на те районы, которые требуют больше или меньше внимания. Именно это понимается под подходом «выявление изменений», который особенно полезен для установления периметра населенных районов.

4.45. Следуя схеме, изложенной в главе III, на этом этапе НСО располагает оцифрованными картами СУ старой переписи и наложенными на них другими географическими данными, ввела все эти данные в географическую базу данных, однако еще не провела коррекцию этих результатов на местах. С помощью временных границ СУ, наложенных на изображения ДЗ (см. рисунок IV.2), можно быстро определить местоположение населенных пунктов и выявить приоритетные районы. Тем не менее такая деятельность требует детального и реалистичного планирования.

### **2. Принципы дистанционного зондирования с помощью спутников**

4.46. В географической информатике спутниковые изображения представляют собой одну из многих форм географических данных, которые могут использоваться для анализа и презентации результатов. Изображения форма-

Рисунок IV.2

Границы счетных участков, нанесенные поверх панхроматического изображения, полученного со спутника

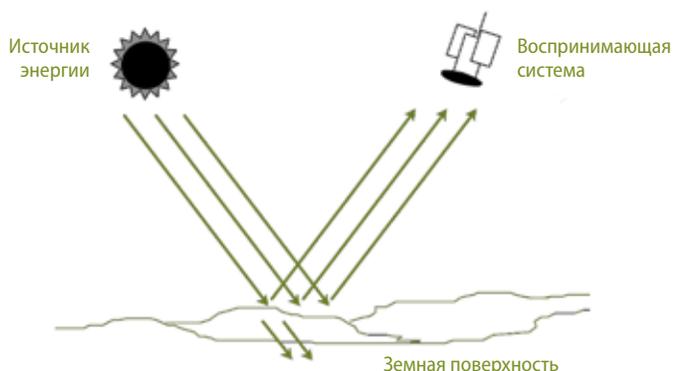


тируются как непрерывное поле, также называемое растром с рядами данных, которые соответствуют пикселям, представляющим те или иные величины. ДЗ рассматривается в качестве первичного источника данных, по сути, оно является наиболее популярной формой получения первичного растра. Со времени появления орбитальных спутников был создан огромный потенциал для записи данных с земной поверхности, который включает многочисленные текущие и потенциальные сферы применения для целей переписи. Одной из основных сильных сторон ДЗ применительно к переписи является то, что оно, при надлежащем применении, способно охватывать опасные или недоступные районы и, таким образом, экономить бесчисленные часы работ на местах.

4.47. Спутниковые изображения получают с космических систем, большинство из которых используют пассивные оптические датчики для измерения излучения, отражаемого от объектов на поверхности Земли в видимом и невидимом электромагнитном спектре (см. рисунки IV.3 и IV.4). Большинство технологий сбора спутниковых данных считаются пассивными в том смысле, что они получают отраженную от поверхности Земли энергию в отличие от активных систем зондирования, таких как радар, которые, кстати, могут проникать через облачный покров. Спутниковые системы не используют фотографическую пленку для записи отраженной энергии. Вместо этого они применяют электрооптическую фотодетекторную сетку — аналогичную матрице прибора с зарядовой связью аэрофотокамеры, которая измеряет интенсивность электромагнитного излучения и записывает ее в цифровой форме в виде обычного растрового изображения из рядов и колонок.

Рисунок IV.3

## Процесс дистанционного сбора данных

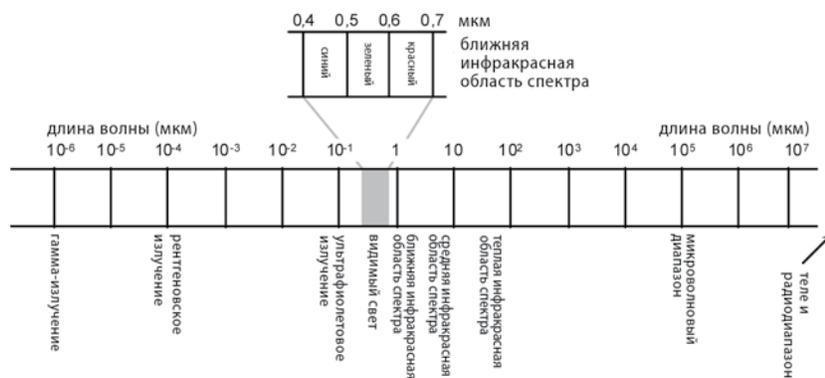


4.48. Системы зондирования спутника функционируют в мульти-спектральном или панхроматическом режиме. Мультиспектральный режим означает, что спутник снимает несколько изображений (или полос), каждое из которых измеряет отраженную энергию в разных частях спектра электромагнитных волн, обычно в видимой 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 сенсоры спутника регистрируют отраженную энергию в широком диапазоне спектра. Получаемые изображения похожи на черно-белые фотографии. Разрешение этих изображений обычно выше, чем у мультиспектральных изображений, поэтому в картографических приложениях их использование предпочтительнее.

4.49. Цифровые данные, полученные системами зондирования, 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 радиометрических и геометрических параметров и привязываются к географическим координатам. Получаемые цифровые или печатные изображения могут интерпретироваться визуально, аналогично

Рисунок IV.4

## Спектр электромагнитных волн



интерпретации аэрофотоснимков, или анализироваться с помощью геопространственных технологий, или комбинироваться с другими слоями данных проекта ГИС. Цифровые изображения, полученные со спутников, могут быть воспроизведены в ГИС и обработаны квалифицированным оператором с целью получения контуров объектов. Однако во многих сферах практического применения, таких, например, как наблюдения за землепользованием или управление природными ресурсами, мультиспектральные изображения группируются с использованием статистических методов. Эти методы распознают классы земной поверхности, основываясь на калиброванном соотношении между контрольными площадками с известными классами и их спектральным почерком.

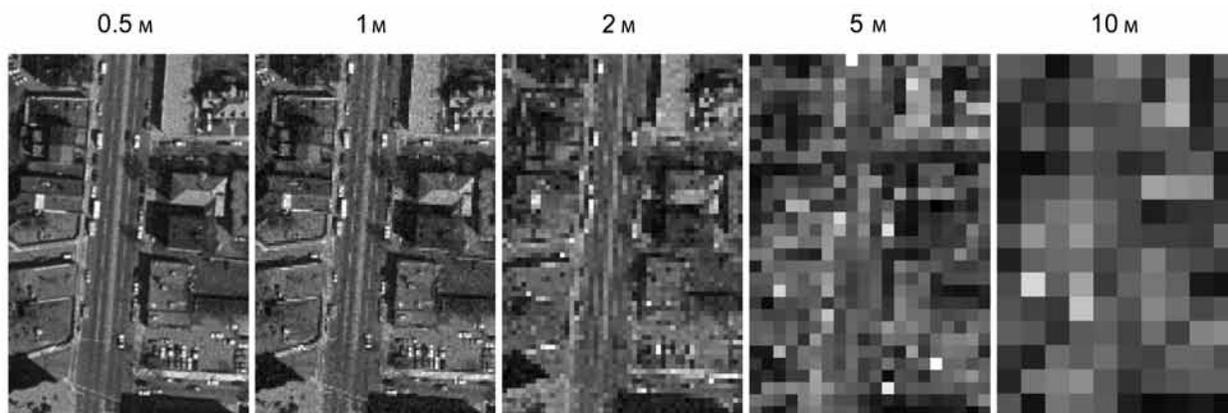
### 3. Разрешение данных дистанционного зондирования

4.50. Пространственное разрешение изображений, полученных со спутников, измеряется размером пиксела на поверхности Земли. Существуют также другие методы измерения разрешения, включая темпоральный, радиометрический и спектральный методы. Размер пиксела у коммерческих спутников начинается с размера менее одного метра для наиболее популярных систем высокого разрешения, таких как спутники Quickbird и Ikonos. Индийская система дистанционного зондирования, панхроматический сенсор SPOT и система мультиспектральных видеоданных Landsat также считаются системами высокого разрешения, позволяющими составлять карты масштаба от 1:25 000 до 1:50 000 или меньше. По состоянию на март 2008 года компания дистанционного зондирования GeoEye планирует запустить спутник с сенсором с размером пиксела в 0,41 метра.

4.51. На рисунке IV.5 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 их уже нельзя различить при больших 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 выявления изменений на вновь застроенных территориях в некоторых быстро растущих городах развивающихся стран.

Рисунок IV.5

Примеры размера пиксела на аэрофотоснимках и снимках, полученных со спутника



4.52. Среди разнообразного ассортимента имеющихся в наличии изображений — от изображений со спутников METEOSAT и радаров низкого пространственного разрешения/высокого временного разрешения до изображений системы AVHRR среднего пространственного и временного разрешения; спутниковые изображения используются во многих целях. Только сравнительно узкий спектр продуктов ДЗ может надлежащим образом использоваться для целей переписи, а именно данные с высоким пространственным разрешением, такие как изображения, получаемые со спутников Quickbird (0,82 м), Ikonos (1 м), IRS (5,8 м, панорама), Orbimage 3 и 4 (1 м) и SPOT 5 (2,5 м). Спутник Ikonos был запущен в 1999 году, а спутник Quickbird — в 2001 году.

4.53. Для большинства прикладных целей переписи необходимо разрешение в 5 метров или выше для идентификации единиц жилого фонда и распределения населенных пунктов, при этом значительно меньшая необходимость возникает в мультиспектральных изображениях. Слабой стороной этих источников данных является сравнительно небольшая полоса охвата изображений высокого разрешения, и это означает, что необходимо сделать множество снимков для того, чтобы охватить малую часть территории страны, а также что операция по полному охвату территории будет весьма дорогостоящей.

4.54. При пространственном разрешении в 30 или 15 метров для программы составления улучшенных тематических карт (ETM) спутник Landsat способен выявлять протяженные объекты, такие как дороги и реки, а также другие вспомогательные слои данных, такие как озера и другие водоемы. Спутник Landsat имеет важное дополнительное преимущество — он находится в свободном доступе. В некоторых случаях спутники Landsat и ASTER могут быть полезными для документирования изменений поверхностного слоя и воздействия деятельности человека; однако эти источники данных менее полезны для целей переписи. При принятии решения о том, какие продукты ДЗ необходимо использовать для целей регистрации в рамках переписи, если они вообще будут использоваться, НСО должна тщательно оценить стоящие задачи и предполагаемые расходы. Одним из вариантов, заслуживающих тщательного рассмотрения, является использование мозаики, содержащей изображения с разрешением в 1 или 5 метров для густонаселенных районов, таких как города, и изображения со спутника Landsat для окружающих сельских районов. В этом случае сельские районы также потребуют картографической привязки к местности для оптимального планирования логистики во время проведения регистрации.

4.55. Большинство коммерческих организаций, управляющих спутниками, предоставляют несколько вариантов получения спутниковых снимков. Как правило, цена зависит от того, извлекаются ли изображения из архива или снимаются впервые. Наиболее дорогостоящим вариантом является срочное получение снимков конкретной территории по специальному запросу. Поскольку разрешение таких спутников выше, они покрывают меньшие площади на земной поверхности, то есть смогут охватывать только избранные районы вдоль траектории полета. Менее дорогостоящим вариантом является менее срочное получение изображений с использованием архивных снимков, часть которых можно приобрести по значительно более низкой цене. Цена изображений будет также зависеть от степени обработки исходных данных. Такая обработка может включать радиометрическую и геометрическую коррекцию и географическую привязку как с использованием, так и без использования наземных опорных точек. Например, архивное изображение, которое можно получить у компании Digital Globe, стоит 16 долл. США за один квадратный

километр (км<sup>2</sup>) при минимальной площади заказа в 25 квадратных километрах (по состоянию на март 2008 года). Изображения со спутника Ikonos обычно стоят дешевле — около 8 долл. США за км<sup>2</sup>. Цены будут зависеть от объема данных, охватываемых покупаемым изображением, при этом более крупные по площади зоны будут стоить меньше в расчете на один км<sup>2</sup>. Цена необработанных данных будет значительно ниже цены цифровых ортофотопланов, изготавливаемых на основе снимков, полученных со спутников. Тем не менее обычно изображения приобретаются в полностью обработанном виде. Список продуктов дистанционного зондирования с гражданских спутников с особо высоким разрешением приводится в таблице IV.1. Управление по вопросам космического пространства Секретариата Организации Объединенных Наций ведет более подробный список (см. [www.oosa.unvienna.org](http://www.oosa.unvienna.org)). Другими спутниковыми системами зондирования являются: ALOS — японская система, используемая на Американском континенте, пункт спутникового контроля Аляски (Alaska Satellite Facility, ASF), а также CBS26 и IMPE — китайско-бразильская система, услуги которой бесплатно предоставляются для Африки.

Таблица IV.1

**Продукты дистанционного зондирования с помощью гражданских спутников повышенного пространственного разрешения**

Спутник	Компания	Год запуска	Режим работы	Размер пиксела в надири	Высота орбиты (км)
Quickbird	Digital Globe	2001	Pan/4ms	0,61/2,44	450
Ikonos 2	GeoEye	1999	Pan/4ms	0,82/3,28	680
OrbView 3	OrbImage	2003	Pan/4ms	1,0/4,0	470
Spot 5	SpotImage	2002	Pan/4ms	5(2,5)/10	830
Cartosat-1	NASDA, Япония	2004	Pan	2,5	617
Cartosat-2	NASDA, Япония	2004/5	Pan	1	630

4.56. Изображения можно заказать в онлайн-режиме или через местную или региональную сбытовую организацию. Другим, и, вероятно, более дешевым, вариантом является использование инфраструктуры пространственных данных страны для получения доступа к единому архиву изображений. Представители НСО могут войти в контакт с другими учреждениями, в частности с национальным картографическим агентством, и направить им запросы на использование имеющихся архивов данных ДЗ для целей переписи и, при необходимости, подписать пользовательский договор, в котором будут точно оговорены методы применения этих изображений.

#### 4. Онлайн-источники данных дистанционного зондирования

4.57. Пожалуй, столь же важными для НСО являются новые Интернет-ресурсы спутниковых изображений, которые могут служить в качестве визуальной помощи при проведении работ переписи, устраняя необходимость в расходах и проблемы, связанные с закупкой изображений. Сегодня данные дистанционного зондирования доступны через Интернет при использовании таких прикладных программ, как Google Earth, ArcGIS Explorer, Microsoft Virtual Earth, и других онлайн-ресурсов. Преимуществом использования возможностей извлечения данных в онлайн-режиме по сравнению с по-

купкой изображений является то, что НСО может проверить применимость изображений без предварительного вложения средств. Недостаток заключается в том, что разрешение и общее качество данных могут не подойти для составления подробных карт СУ.

4.58. Программа Google Earth представляет виртуальный глобус с изображением карт Земли, составленных с помощью каталогизации и изображения спутниковых снимков. Программа Google Earth оказала огромное воздействие на все сообщество специалистов по геопространственным вопросам; кроме того, она поднимает интерес общественности к спутниковым технологиям и спутниковой картографии. Эта прикладная программа была разработана компанией Keyhole, которая позднее, в 2004 году, была поглощена компанией Google. Большинство изображений, включенных в программу Google Earth, поступает со спутника Quickbird компании Digital Globe, хотя сейчас в нее включаются некоторые аэрофотоснимки и трехмерные изображения некоторых зданий. Для большинства регионов мира программа Google Earth обеспечивает пространственное разрешение на уровне 15 метров или меньше, используя географическую проекцию и систему WGS84. Изображения в Google Earth защищены авторскими правами. Пользователи не могут получить доступ к фактическому источнику данных, они могут только просматривать их. При этом, однако, они не могут добавлять собственные данные.

4.59. В настоящее время Google Earth предлагает три уровня лицензий доступа: бесплатная программа просмотра Google Earth, версия Plus по подписке за 20 долл. США в год, а также версия Pro для коммерческих целей за 400 долл. США в год (цены приводятся по состоянию на март 2008 года; более поздние цены необходимо уточнять). Версия Plus включает функции GPS, что позволяет пользователю считывать маршруты и промежуточные точки с устройства GPS. В дополнение к этому, пакет Google Earth Plus предоставляет прямую поддержку для линеек GPS-приемников моделей Magellan и Garmin, печать более высокого разрешения, техническую поддержку пользователей по электронной почте и функцию импорта данных, которая может считывать адресные точки из электронной таблицы, используя значения с разделителями-запятыми, однако эта функция ограничена 100 точками/адресами.

4.60. Набор функций версии Pro включает дополнительные программы, такие как изготовление видеоклипов, и дает возможность пользователю изобразить привязанные к местоположению данные с помощью инструментов трехмерного рисования. Также пользователи могут импортировать до 2500 координат точечных объектов из электронной таблицы. Модуль импорта ГИС-данных дает возможность пользователю добавлять географические данные, включая демографическую информацию в форматах файлов форм (.shp) и .tab. Измерительные функции версии Pro позволяют пользователю вычислять площади и дистанции, кроме того, можно экспортировать изображения размером до 11 × 17 дюймов, или 4800 пикселей. Программа Google Earth Pro не продается через Интернет, ее надо покупать у торговых агентов.

4.61. В любой версии Google Earth географические данные в формате .kml (язык разметки Keyhole) могут быть экспортированы в среду Google Earth. Бесплатно скачиваемый командный файл может преобразовывать точки и полигоны в надлежащий формат, хотя полигоны импортировать сложнее. Если в программе имеются только простейшие топологические функции, например отсутствуют полигональные атрибутивные таблицы или локализация узлов, то возможность импорта проблемных данных отсутствует. Версия Pro может импортировать, но не экспортировать файлы форм. Отсканированные

карты для использования в переписи, такие как карты СУ, могут создать проблемы при их импорте в среду Google Earth, поскольку в ней существует весьма серьезное ограничение по размеру файла (18000 × 18000 пикселей). Эту проблему можно преодолеть путем применения «регионатора» — командного файла Python, однако это может создать проблемы в управлении файлами.

4.62. Программа Google Earth, и особенно версия Pro с ее возможностями импорта изображений, может выполнять некоторые полезные задачи для НСО, несмотря на то что набор ее функций серьезно ограничен по сравнению с отдельными изображениями. Сильными сторонами Google Earth являются ее низкая стоимость и простота использования для некоторых несложных задач. Пространственное разрешение на уровне 15 метров позволяет специалистам по проведению границ СУ просматривать ландшафт с определенной детализацией, чего, однако, недостаточно для подсчета единиц жилого фонда. Слабыми сторонами Google Earth являются отсутствие достаточного разрешения для использования в определении границ СУ, сложности в экспорте изображений в программу ГИС, необходимость в доступе к высокоскоростному Интернету для скачивания изображений, метаданных, а также аутентичность изображений. С помощью других онлайн-источников спутниковых данных, таких как данные, получаемые с помощью бесплатной программы ArcGIS Explorer Института исследования экологических систем (ESRI), можно обойти ряд проблем программы Google Earth, поскольку указанная программа позволяет прямой импорт изображений в проекты ГИС. Тем не менее пространственное разрешение имеющихся изображений может оказаться недостаточным для некоторых целей переписи.

4.63. Изображения, 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 жилого фонда, оценивать численность населения и определять границы СУ. Аэрофотосъемка часто производится внепланово и может в большей мере подходить для проектов, предусматривающих проведение подробных обследований и составление детальных карт. Популярность набирает новая цифровая аэрофотосъемка, которая может предложить прекрасное качество данных по сравнению со спутниковыми изображениями даже высокого разрешения (см. пункты [4.73](#)–[4.89](#), ниже).

## 5. Применение данных дистанционного зондирования для демографического анализа

4.64. Методы ДЗ потенциально могут использоваться для выявления быстро растущих или изменяющихся районов, что позволяет НСО концентрировать свои ресурсы там, где они больше всего необходимы. Метод демографического анализа с помощью дистанционного зондирования находится на стадии зарождения, однако в этой области наблюдается быстрый прогресс. В докладе Национального научно-исследовательского совета Соединенных Штатов (NRC, 2007) дистанционные методы оценки параметров народонаселения характеризуются как недостаточно надежные для целей гуманитарной помощи. Системы зондирования высокого пространственного разрешения,

такие как на спутниках Ikonos и Quickbird, не имеют столь глубоких архивных данных, которыми располагает спутниковая система Landsat, и поэтому съемка обширных территорий может стать весьма затратной. Однако, как указано выше, использование спутниковой системы Landsat для оценки численности населения весьма проблематично; кроме того, возникают долгосрочные проблемы с системами зондирования этого спутника в дополнение к нестабильному финансированию этой программы. Прикладные программы для замены данных Landsat данными высокого разрешения с других спутников, например SPOT, вероятнее всего, поступят в распоряжение исследователей в самом ближайшем будущем.

4.65. С помощью спутниковых изображений можно оценить такие характеристики населения, как количество единиц жилого фонда, площадь городских районов (размеры населенного пункта) и тип земной поверхности и/или землепользования для оценки распределения и плотности населения (Jensen and Cowen, 1999). В некоторых подверженных стихийным бедствиям районах аэрофотоснимки имеют преимущества по сравнению со спутниковыми изображениями в плане возможности получения снимков с высоты ниже уровня облачности. Радарные системы пока не играют существенной роли в демографическом анализе, хотя их преимущество заключается в способности проникать через облачный покров.

4.66. Подход «выявление изменений» можно использовать для измерения пространственных изменений населения, в частности для выявления районов с быстрым ростом населения, используя два или более снимков одного и того же места, сделанных с разрывом в пять и более лет. Для количественной оценки масштабов урбанизации аналитики разбивают все снимки на категории, используя методы строгой классификации, по которым каждый пиксел относится к городскому или негородскому типу в зависимости от спектрального следа. Затем можно рассчитать изменения земной поверхности, накладывая изображения друг на друга и измеряя рост площади населенных районов.

4.67. В тематическом исследовании (Yankson, 2004), которое цитировалось Антосом, использовались данные спутника Landsat за 1985, 1991 и 2002 годы для вычисления годовых темпов расширения площади Аккры за этот период. Янксон выяснил, что в период 1984–1991 годов Аккра росла примерно на 10 км<sup>2</sup> в год. Эти темпы выросли до 25 км<sup>2</sup> в год в период 1991–2001 годов. В исследовании проводилось измерение только увеличения площади города. Для того чтобы добраться до существенных внутренних изменений, которые могут быть связаны с развитием, необходимо применить подход, основанный на гибкой классификации, при котором процесс урбанизации рассматривается как непрерывная переменная величина. Вместо классификации пиксела как городского или негородского аналитик может использовать дополнительные данные субпиксельного размера для классификации каждого по степени урбанизации, которая представляется в виде процентной доли. Это свидетельствует в пользу постоянного использования ГИС для картирования переписи.

4.68. В исследованиях состояния здоровья населения используются изображения дистанционного зондирования для изучения внутригородских различий в показателях частоты заболеваний. Кастро (Castro, 2004) использовал аэрофотосъемку и прилегающие полигоны для выявления мест потенциального размножения болезнетворных бактерий малярии. Выявление неформальных поселков и других мест поселения может осуществляться с помощью распознавания определенных закономерностей специфического «по-

черка» таких поселений, который может включать тесно прилегающие друг к другу крыши домов, скудную растительность, наличие в основном грунтовых дорог и тропинок. Как правило, неформальные поселения имеют слаборазличимую «текстуру», что означает отсутствие различий по яркости и высокую концентрацию светонепроницаемых поверхностей (Weeks, 2007).

4.69. Наконец, наиболее передовые прикладные методы применения данных дистанционного зондирования в демографических исследованиях используют анализ объектов, а не пикселей. Пеллика (Pellika, 2006) проиллюстрировал использование автоматизированной прикладной программы для сегментирования изображения высокого разрешения на зоны примерно одинакового размера, формы и цвета, затем маркировки каждой такой зоны по определенному типу поверхности, например «крыши зданий». Такая методика позволяет сгруппировать все крыши зданий определенного вида и пометить их как составную часть неформального поселения. Применяя этот метод к различным областям исследований, Пеллика смог добиться 97-процентной точности. К некоторым недостаткам объектного анализа изображений (ОАИ) можно отнести то, что, хотя этот метод автоматизирован, он тем не менее является трудоемким; кроме того, он применим только к конкретным объектам и зависит от подробных данных высокого разрешения. На настоящий момент такой анализ требует дорогостоящего программного обеспечения, которое слишком часто недоступно большинству сотрудников НСО.

4.70. Хотя изображения, получаемые со спутников, дешевле аэрофотоснимков, они тем не менее могут оказаться весьма дорогостоящими. В связи с этим спутниковые данные с высоким разрешением, по возможности, следует или приобретать в кооперации с другими правительственными организациями, или использовать выборочно, то есть для территорий с недостаточным картографическим обеспечением.

## 6. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования

4.71. Преимущества данных дистанционного зондирования:

- новейшая информация, охватывающая очень большие территории, при сравнительно низкой себестоимости, характерной для изображений с относительно низким пространственным разрешением;
- изображения высокого пространственного разрешения дают возможность охватывать различные районы с уровнем детализации, достаточным для определения границ СУ, при условии что по таким районам имеются оценки численности населения;
- изображения позволяют составить карты недоступных районов;
- изображения могут служить независимым средством проверки данных, полученных в ходе работ на местах;
- изображения имеют многочисленные сферы применения и после их приобретения могут использоваться для других прикладных целей;
- интернет-источники изображений обеспечивают определенные функции по низкой стоимости (или бесплатно);
- можно обновлять топографические карты сельских районов, например осуществлять распознавание новых поселений или деревень, отсутствующих на картах.

#### 4.72. Недостатки:

- пространственное разрешение многих систем, особенно недорогих, недостаточно для целей переписи;
- применительно к оптическим сенсорам интерпретация изображений затрудняется облачностью и растительным покровом;
- проблема малой контрастности между объектами, например грунтовыми дорогами и традиционными строительными материалами, применяемыми в сельских районах, затрудняет их разграничение, особенно в условиях развивающихся стран;
- обработка изображений требует обширных знаний и опыта, которые могут отсутствовать в НСО; на фоне других кадровых трудностей, с которыми могут столкнуться НСО, они могут решить воспользоваться внешними специалистами для выполнения картографических задач; при использовании такого межведомственного сотрудничества можно экономить ресурсы и обмениваться опытом.

## D. Аэрофотосъемка

### 1. Общая характеристика аэрофотосъемки

4.73. Даже в условиях распространения спутниковых изображений высокого разрешения аэрофотосъемка остается полезной для тех картографических целей, которые требуют высокой точности и быстрого выполнения работ. Аэрофотоснимки аналогичны картам и спутниковым изображениям в том, что они представляют вид сверху объектов на земной поверхности. Аэрофотоснимки отличаются от карт тем, что показывают только реально видимые на земной поверхности 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. Поэтому необходима дополнительная обработка в целях создания так называемых ортофотографических карт, в которых геометрическая точность топографической карты сочетается с высоким разрешением фотоснимка (см. вставку IV.2).

4.74. Фотограмметрия — дисциплина, занимающаяся определением размеров объектов по фотографическим изображениям, — используется для создания и обновления базовых топографических карт, проведения обследований сельского хозяйства и состояния почвы, оказания помощи в городском и региональном планировании. В проектах переписи обследования с помощью аэрофотосъемки часто используются для ускоренного составления карт тех районов, по которым нет обновленных карт или которые трудно обследовать с использованием традиционных полевых методов. Аэрофотосъемка, осуществленная незадолго до проведения переписи, предоставит наиболее полную базу для определения границ счетных участков в сравнительно короткие сроки.

4.75. 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 в полу было предусмотрено размещение фотооборудования, направленного строго вниз на землю, начали устанавливать специально сконструированные фотосистемы, которые минимизировали геометрические искажения. Оборудование для интерпретации аэрофотоснимков и для преобразования в карты информации, полученной из таких снимков, очень быстро

совершенствуется. Например, интерпретация стереопары изображений стала основным методом составления карт контуров возвышенностей.

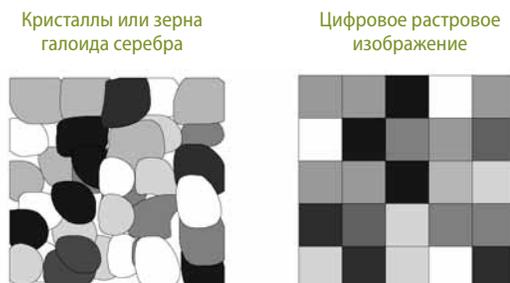
4.76. Аэрофотосъемка выполняется с применением специализированных фотокамер, смонтированных на борту низколетящего самолета. Фотокамера фиксирует изображения или на фотографическую пленку, или в цифровом формате. По сравнению с цифровыми системами зондирования пленка традиционно обеспечивала более высокую разрешающую способность (то есть возможность различать мелкие детали), хотя последние разработки в технологиях получения цифровых изображений изменили такое положение дел. Согласно публикациям компании MJ Harden, специализирующейся на аэрофотосъемке, наиболее современные системы зондирования могут давать изображения в 12-битовом формате с разрешением на поверхности не более 1½ дюйма на пиксел, с 4096 оттенками серого по сравнению с 256 оттенками на пленке. Южноафриканская компания Rob Wooding and Associates отдает предпочтение аэрофотоснимкам по сравнению со спутниковыми изображениями с разрешением в 1 метр и считает их менее дорогостоящими и более точными. Характеристики зависят от местоположения изучаемого района, и поэтому данный вопрос должен решаться отдельно по каждому случаю.

4.77. Традиционно конечным продуктом процесса аэрофотосъемки являются напечатанные фотоснимки участков земной поверхности. 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, основу для работ на местах и позволяя выполнить оцифровку объектов для создания или дополнения географических баз данных.

4.78. Последние достижения в области обработки цифровых изображений изменили формат, в котором аэрофотоснимки преобразуются в годные к использованию продукты. В аналоговых системах фотография обычно является промежуточным продуктом. Общепринятым подходом является преобразование негатива в диапозитив, который сканируется с помощью сканирующего устройства повышенной разрешающей способности. В результате цифровое изображение может выводиться на дисплей или подвергаться дальнейшей компьютерной обработке. Микроскопические различия между фотографией и цифровым изображением показаны на рисунке IV.6. 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 собой правильную матрицу пикселов (единиц изображения).

Рисунок IV.6

#### Фотопленка в сравнении со сканированным изображением



## 2. Применение аэрофотоснимков для составления карт переписи

4.79. Ортофотопланы хорошо подходят для подсчета единиц жилого фонда и оценки численности населения. Подсчет единиц жилого фонда 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 жилого фонда определить довольно легко. Располагая надежной оценкой средней численности людей, проживающих в одном домохозяйстве, 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 можно оценить с достаточной степенью точности при наличии некоторого опыта и знаний о территории. Сотрудники, занимающиеся обработкой результатов переписи, могут затем определить границы счетных участков, включающих заданное число единиц жилого фонда. Поскольку ортофотоснимки имеют точную географическую привязку, то границы проектируемых счетных участков также будут регистрироваться в надлежащей картографической проекции с известными параметрами. Это означает, что нет необходимости в тщательном геосоотнесении, обеспечивающем совместимость цифровых границ с другими данными ГИС.

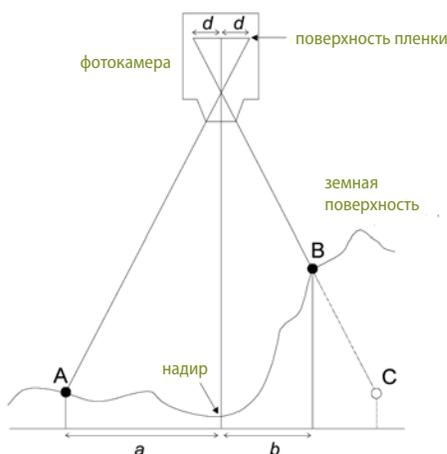
### Вставка IV.2

#### Создание цифровых ортофотографических карт

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 IV.7 (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,

Рисунок IV.7

#### Искажения, вносимые неровностями земной поверхности



таким образом, проецируется на то же расстояние  $D$  от центра поверхности пленки, что и точка  $A$ .

Следовательно, для коррекции искажений на аэрофотоснимке 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 корректно 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 корректное 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.

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. Технические специалисты-картографы могут 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.

4.80. Интерпретация аэрофотоснимков чаще всего основывается на визуальной интерпретации. Поэтому для картографов бюро переписи нет настоятельной необходимости проходить подготовку по сложным методам обработки изображений. Границы СУ могут быть очерчены на аэрофотоснимках. Кроме того, на этих же 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. С другой стороны, сотрудники бюро переписи могут отпечатать аэрофотоснимки и оконтурить объекты на листах прозрачной пластмассовой (ацетатной или майларовой) пленки. Затем эти листы могут быть отсканированы и векторизованы. Конечно, это добавляет дополнительный этап обработки и вызывает лишние затраты расходных материалов, зато улучшается точность конечных продуктов (дополнительную информацию см. также в разделах по вопросам оцифровки и сканирования).

4.81. Следует подчеркнуть, что файл с границами СУ, основанный или на спутниковых изображениях дистанционного зондирования, или на аэрофотоснимках, теряет смысл без надлежащих справочных данных, таких как ориентиры на местности или названия улиц, поскольку счетчики могут и не определить свое местоположение на местности.

### 3. Вопросы практического и организационного характера, связанные с аэрофотосъемкой

4.82. В бюро переписи обычно отсутствуют специалисты с большим профессиональным опытом в применении фотограмметрических методов, необходимым для создания цифровых ортофотоснимков. Поэтому бюро переписи необходимо заключать соглашения о сотрудничестве с другими национальными учреждениями, скорее всего с управлением картографии или отделом аэрофоторазведки военно-воздушных сил. В качестве альтернативного варианта эта работа может быть передана во внешний подряд какой-нибудь коммерческой компании, производящей карты на основе аэрофотосъемки. В настоящее время существует несколько действующих на международном уровне картографических компаний, обеспечивающих заказчика самолетами, аэрофотокамерами и оборудованием для обработки данных.

4.83. Однако эти услуги не дешевы. К счастью, аэрофотоснимки могут использоваться во многих других практических областях, включая планирование оказания услуг, обновление карт городов и проекты картирования земельной собственности. Распределение издержек между заинтересованными правительственными организациями и возможное участие частного сектора могут значительно уменьшить затраты бюро переписи. 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, Китай, для оценки численности населения, живущего на лодках (см. Нидерландский межотраслевой демографический институт, NIDI, 1996). Этот пример иллюстрирует использование таких приемов при учете населения, не поддающегося обычным методам регистрации в ходе переписи. Другими примерами являются кочевое население или беженцы, а также население, живущее в быстро растущих городских территориях или сезонно недоступных районах.

4.84. Как уже отмечалось выше, создание ортофотопланов требует значительных профессиональных знаний и специализированного оборудования. Использование ортофотопланов, напротив, не требует существенного дополнительного обучения, хотя такая работа должна соответствовать общему плану переписи. Для города, например, база данных может состоять просто из мозаики нескольких изображений, хранящихся на каком-либо портативном носителе, например DVD-диске, которые могут быть показаны в бесшовном виде 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 программ могут совмещать изображения с любыми другими наборами данных ГИС, хранящимися в такой же географической системе координат.

4.85. Ортофотопланы полезны также в качестве фона, обеспечивающего географический контекст для показа местонахождения точек, опреде-

ленных с использованием системы GPS, или оцифрованных объектов, таких, например, как медицинские учреждения и транспортные сети. В дополнение к картам СУ счетчики могут быть снабжены печатными копиями цифровых ортофотоснимков, показывающих границы СУ, для облегчения ориентации на порученных им территориях. Сегодня, однако, более вероятно, что изображения дистанционного зондирования будут встроены в систему ГИС, а не оформлены в виде отдельной карты.

4.86. Одной из проблем, тормозящих применение этой технологии в бюро переписи, является большой объем данных, возникающий при обработке цифровых ортофотопланов высокого разрешения, снятых с обширных территорий. Для бюро переписи 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 земной поверхности выражается в сантиметрах (обычно от 5 до 30 см). Для определения границ СУ на городских территориях достаточно огрубленных цифровых изображений ортофотоснимков с размерами пикселов от 0,5 до 2 метров.

4.87. В будущем, когда аэрофотосъемка станет полностью цифровым процессом, отпадет необходимость в производстве промежуточных печатных копий фотографий. Системы, использующие для ориентации в полете GPS и камеры с покадровой цифровой съемкой, действуют уже сейчас. Цифровые камеры используют матрицы приборов с зарядовой связью (ПЗС), которые могут создать изображения из  $9\,216 \times 9\,216$  пикселов, 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 технологию аэрофотосъемки.

#### 4. Преимущества и недостатки аэрофотосъемки

4.88. Преимущества аэрофотоснимков:

- аэрофотоснимки обеспечивают высокий уровень детализации и могут изучаться визуально; информация о многих типах объектов — дорогах, реках, строениях — показывается одновременно;
- сбор данных осуществляется быстрее, и поэтому картографические данные можно получить в намного более короткие сроки, чем с использованием полевой картографической съемки; именно недавно сделанные аэрофотоснимки дают более надежную основу для составления карт переписи, а не редко обновляемые карты;
- аэрофотоснимки могут использоваться для создания карт труднодоступных районов или территорий, на которых проведение работ на местах затруднено или опасно;
- составление топографических карт с использованием аэрофотосъемки может оказаться дешевле, чем составление карт традиционными методами; однако поскольку требования, предъявляемые к точности

карт переписи ниже, чем требования к точности топографических карт, такие значительные затраты могут не быть оправданы, если эти продукты будут использоваться исключительно для целей картографического сопровождения переписи;

- печатные копии аэрофотоснимков могут быть полезны при проведении работ на местах для обеспечения «более широкой картины». Полевой персонал сможет 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.

#### 4.89. Недостатки:

- обработка аэрофотоснимков требует дорогостоящего оборудования и специальных профессиональных знаний, поэтому учреждения переписи необходимо сотрудничать с другими ведомствами для получения доступа к ортофотопланам или прибегать к другой внешней помощи;
- аэрофотоснимки могут быть защищены авторскими правами с ограничением прав распространения;
- при применении аэрофотоснимков требуется дополнительная информация о наименованиях объектов, которую приходится извлекать из карт, которые могут быть устаревшими; аэрофотосъемка не обязательно отменяет необходимость работ на местах; вероятно, она не будет достаточной для отдаленных районов, хотя может оказать поддержку при регистрации в сложных для проведения регистрации районах;
- 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 жилыми строениями, построенными из природных материалов, и окружающей их территорией);
- цифровые аэрофотоснимки содержат очень большое количество цифровых данных и поэтому требуют использования довольно мощных компьютеров для демонстрации и дальнейшей обработки данных.

## Е. Выводы и заключение

4.90. В главе IV рассмотрен процесс использования в проводимых в рамках переписи работах на местах таких инструментов, как глобальные системы определения местоположения и дистанционное зондирование, с интегрированием их в различные операции на местности. Применение этих геопространственных инструментов позволяет НСО сконцентрировать свои усилия на быстро меняющихся районах страны. К этому моменту в процессе переписи НСО уже должна завершить составление географической базы данных по счетным участкам. Следующим шагом является составление, печать и распространение карт из этой географической базы данных для использования в процедурах регистрации.



## Глава V

# Использование географических баз данных (карт) в ходе переписи

### А. Введение: использование геопространственных инструментов во время регистрации в ходе переписи

5.1. Карты используются для самых разнообразных целей планирования как непосредственно перед переписью, так и в ходе ее проведения. К операциям, в которых используются карты, относятся: распределение счетчиков по территории; выявление пересеченных или труднодоступных территорий; управление логистикой транспортных операций по перевозке к местам работы сотрудников и расходных материалов; выявление трудно поддающихся регистрации групп населения и мест коллективного проживания; определение административных границ на муниципальном уровне; контроль прохождения переписи; составление справочных карт.

5.2. В данной главе рассматривается процесс составления таких карт переписи, основной упор делается на том, как использовать многофункциональность географической базы данных для своевременной и организованной доставки надлежащей информации в руки счетчиков. В более широком плане здесь рассказывается о том, как геопространственная технология может помочь проведению мероприятий по регистрации в ходе переписи. Охватываемые в ней темы включают составление карт, определение слоев данных, необходимых для счетчиков и контролеров, а также основные аспекты печати и распространения карт.

5.3. В целом в настоящей главе применяется подход к регистрации, основанный на принципах управления проектами, например плановый характер работы. При детальном планировании логистики ошибки сводятся к минимуму и предотвращаются задержки работ. Перепись — это территориальное мероприятие, в рамках которого страна разделяется на оперативные единицы, которые можно охватить. Цифровая карта счетчика имеет то преимущество, что она может подвергаться модификации под конкретные условия проведения переписи в стране. Цифровое формирование счетного участка (СУ) позволяет национальной статистической организации (НСО) получить актуальный документ, развивая работу, проведенную в ходе предыдущих переписей с повышением качества за счет применения дистанционного зондирования (ДЗ) и глобальной системы определения местоположения (GPS).

5.4. К этому этапу процесса составление карт на базе материалов предыдущей переписи и все работы на местах уже должны приобрести привязку к местности (геосоотнесение). Специалисты по планированию переписи уже

должны определить те районы, которые требуют особого внимания, применяя подход «выявления изменений», рассмотренный в главе IV. Если НСО сделала свою работу корректно, у нее к этому моменту будет все необходимое, кроме, собственно, результатов подсчета. Основной подход здесь заключается в том, что тщательно отредактированная и обновленная база данных станет основой для тех карт, которые счетчики возьмут с собой на места своей работы. Следовательно, для осуществления регистрации стоит задача извлечь карты из базы данных СУ и доставить их счетчикам.

## **V. Обеспечение качества, составление карты счетного участка и ведение базы данных**

### **1. Обзор**

5.5. 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 СУ 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.

5.6. На этом этапе необходимо организовать местные отделения для проведения переписи. Уровень централизации организационной структуры переписи оказывает прямое влияние на процедуры распределения на местах карт СУ и руководителей групп. В каждом местном отделении для контроля над ходом работ можно вывесить карту более мелкого масштаба, составленную из карт СУ. Другие участки работы, требующие планирования со стороны местного отделения, включают оценку рабочей нагрузки и транспортных расходов; организацию получения и распространения материалов; выявление проблемных участков; организацию выездов сотрудников на места работы.

5.7. При условии удовлетворительного качества цифровой географической базы данных составление карт СУ не вызывает принципиальных затруднений. Главная трудность этого этапа заключается скорее в организационных проблемах распространения тысяч карт вместе с инструкциями по чтению карты и другими директивными материалами (рисунок V.1).

### **2. Составление черновика карты и процедуры обеспечения качества**

5.8. В следующих разделах прослеживается процесс составления карт переписи для проведения регистрации. Это и обобщение объектов на картах, и согласование с местными органами власти, печать и распространение карт.

### **3. Приведение в соответствие границ и атрибутивных файлов и печать обзорных карт**

5.9. При подготовке окончательного макета карты и ее печати наборы данных границ и файл географических атрибутов должны быть приведены в соответствие, если они не были ранее интегрированы в единую согласован-

Рисунок V.1

**Этапы контроля качества, выпуска продуктов и ведения базы данных**

ную базу данных. Кроме того, этот этап включает проверку правильности соответствия данных границ и данных 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 полигон). В противном случае либо имеется ошибка в картографической базе данных, то есть отсутствует СУ, либо таблица географических атрибутов содержит дублирующую или ошибочную запись. Если на одну атрибутивную запись ссылаются два или более полигонов, то контролирующие качество сотрудники должны подтвердить, что согласованные процедуры, разработанные для таких случаев, соблюдаются.

5.10. Специалисты, составляющие черновики карт СУ, должны принимать во внимание необходимость полного охвата территории страны СУ. Обеспечить такой полный охват помогает отношение к границе СУ, как к некоему «забору» вокруг выделенного счетчику участка работы. Ошибки можно свести к минимуму путем использования осевых линий, проходящих вдоль центра улиц и дорог, с тем чтобы счетчики охватывали единицы жилого фонда на одной стороне улицы или дороги и не трогали другую сторону, оставляя ее для работы счетчику прилегающего СУ. Другие правила определения границ СУ можно найти в главах III и IV.

5.11. После того как географические данные и атрибутивная информация согласованы, необходимо снабдить карту метками и выбрать условные картографические обозначения для идентификации объектов на базовой карте (о распределении информации по картам см. также главу IV). Размещение меток может проводиться в диалоговом режиме (вручную), полуавтоматически или автоматически, с использованием прикладных программ ГИС или более специализированных программ для создания макета карты. Для

очень крупных проектов картографического сопровождения переписи населения назначение меток объектам является трудоемкой и кропотливой работой. В случае если макет карты СУ очень сложен, например если для составления каждой карты нужно комбинировать много слоев цифровой карты, эта операция может потребовать особенно значительных компьютерных ресурсов и затрат рабочего времени специалистов.

5.12. Большинство географических информационных систем (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 затем разместит метки на каждом объекте или рядом с ним согласно некоторым простым правилам. Обычно пользователь может задать размер меток и решить, должны ли они перекрывать друг друга, если соответствующие объекты находятся рядом. Однако, за исключением простейших случаев, необходимость в ручных исправлениях все равно сохранится.

5.13. Для очень крупных проектов составления карт СУ бюро переписи может рассмотреть возможность покупки специализированного пакета программ для размещения текстовых подписей, такого как Maplex. Такие программы основаны на более сложных алгоритмах, обеспечивающих соблюдение важнейших правил размещения текстовых подписей:

- отсутствие или минимальное перекрытие между подписями;
- отсутствие или минимальное перекрытие между объектами и подписями к ним;
- очевидное соответствие между подписями и объектами (то есть отсутствие неопределенности);
- приятный общий вид, например с точки зрения типа и размера шрифта.

5.14. Указанные программы при размещении подписей основываются на ряде эвристических правил, которые могут быть изменены пользователем для осуществления специальных целей. Пользователь может сохранять подписи для определенного слоя данных ГИС в отдельном слое аннотаций и накладывать их по мере необходимости на слои географических объектов.

#### 4. Обеспечение качества

5.15. 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 СУ. 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 СУ, то на каждый район потребуется несколько листов карты.

5.16. 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 главе III, выше. Оно включает как проверку с помощью программ, так и ручную проверку. Некоторые проверки выполняются для всех

продуктов, а более сложные и трудоемкие проверки — только для части продуктов с использованием подходящей стратегии выборочного контроля.

5.17. 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 ниже. Обеспечение качества не является простой задачей. Оно требует значительных ресурсов и времени; поэтому бюро переписи должно учитывать это при планировании сроков и сметы, однако при надлежащем выполнении результатом этой работы будет более точная перепись.

5.18. Проверка, осуществляемая специалистами-картографами бюро переписи, включает проверку выполнения таких критериев приемлемости как:

- **разборчивость.** Все подписи на карте должны легко читаться. Иногда обилие вынесенных на карту объектов затрудняет чтение названий улиц или другой текстовой информации. Некоторые маловажные 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;
- **слои данных.** 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 СУ, которые включают сравнительно небольшие густонаселенные территории, может потребоваться врезка или отдельная карта;
- **информация об источниках и авторских правах.** Каждая карта должна содержать список всех защищенных авторскими правами источников данных, которые были применены для создания цифровой базы данных, использованной для составления карт СУ. Это включает дату составления карты, чтобы счетчики могли определить актуальность карты, а также то, требует ли она дополнительной коррекции на местах.

## 5. Проверка правильности карт местными властями и окончательная проверка административных территориальных единиц

5.19. Для окончательной проверки на соответствие напечатанные карты СУ должны быть отправлены местным властям. Местные органы власти — как занятые, так и не занятые в переписи — должны подтвердить, 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.

5.20. Еще одной составной частью процесса проверки является подтверждение границ административных территориальных единиц, включенных в карты СУ. Эти границы часто меняются в связи с регулярным добавлением новых штатов, областей и округов независимо от переписей. Это может иногда создать проблемы для НСО, которая должна выдать итоговую статистику для этих административных единиц. Проблемы учета границ административных единиц рассмотрены в главе III. В идеальном случае административные границы должны быть заморожены правительственным декретом за несколько месяцев до начала переписи населения. Эта мера обеспечивает стабильность справочного инструментария на весь период переписи населения. Таблицы данных переписи населения будут создаваться для структуры границ, существующей в этот период. Существует несколько подходов к этой проблеме при приближении сроков проведения регистрации:

- a) Если продолжается изменение границ административных единиц, то альтернативным вариантом является непрерывное отслеживание изменений административных границ вплоть до начала переписи. По мере поступления изменений они немедленно фиксируются в цифровой картографической базе данных. При таком подходе границы на момент регистрации будут полностью обновлены. Однако постоянный мониторинг изменений границ с последующей модификацией базы данных границ требует дополнительных ресурсов. НСО необходимо использовать функции базы пространственных данных для записи даты установления различных административных границ.
- b) В некоторых странах об изменении границ объявляется заранее. Для таких территорий учреждение, осуществляющее картирование переписи, может отодвинуть эту работу на более поздний этап процесса составления карт переписи.
- c) Последний подход заключается в определении учреждением, осуществляющим картирование переписи, даты замораживания границ и в пересмотре всех границ на более позднем этапе, возможно, после проведения переписи. Если границы измененных административных территориальных единиц проходят через существующие СУ или через другие границы, 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.

## 6. Составление карты счетного участка (включая печать карт)

5.21. По завершении процедур проверки и обеспечения качества для всех базовых карт и границ СУ картографы, участвующие в переписи, должны напечатать инспекторские карты и карты СУ. Это может осуществляться в головном офисе НСО или в ее региональных отделениях в зависимости от организационной структуры НСО. Инспекторские карты показывают сразу несколько СУ и поэтому печатаются в более мелком (то есть более общем) картографическом масштабе. Определение макета карты для отдельных СУ проводится аналогично процедурам вырезания, принятым при составлении карт переписи до этапа их оцифровки. Карты СУ 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. В них должна содержаться следующая информация:

- a) вся территория регистрации с ясно очерченным контуром границы;
- b) некоторые части соседних территорий (то есть периферическая зона для облегчения ориентации);
- c) любая географическая и текстовая информация, имеющаяся в картографической базе данных переписи, которая может облегчить ориентацию в пределах СУ с использованием стандартных картографических символов (например, использование пунктирных линий для обозначения тропинок, применение синего цвета для водных объектов и т. д.). Карты СУ должны включать:
  - i) улицы и дороги;
  - ii) строения;
  - iii) естественные ориентиры;
  - iv) гидрологические объекты;
  - v) другие заметные или важные объекты, к которым могут относиться топологические детали, водоемы и т. д.;
  - vi) согласованную легенду карты, содержащую точные наименования и коды административных единиц и счетных зон, стрелку, указывающую на север, шкалу масштаба и пояснения знаков, использованных для географических объектов.

5.22. На рисунке V.2 показаны компоненты гипотетической карты городского счетного участка. Все объекты хранятся в отдельных слоях карты в одной пространственной системе отсчета или как графические шаблоны. Главными компонентами являются уличная сеть, строения и слой границ СУ. Кроме того, в отдельных слоях данных хранятся аннотации и символы, подписи и номера строений, хотя они могут также добавляться в динамическом режиме. Последним компонентом является шаблон, состоящий из тонких линий (рамка, обозначающая границы карты) и легенды, которая одинакова для всех счетных участков. На рисунке V.3 представлена полная карта СУ со всеми компонентами, наложенными на одну демонстрационную карту. В зависимости от масштабов деятельности по картированию переписи и сложности счетного участка карта СУ может содержать как меньше, так и больше информации, чем приведенная на рисунке в качестве примера карта.

5.23. Во многих странах, не имеющих возможностей полной оцифровки для предстоящей переписи, макеты карт СУ могут быть сделаны проще, чем указано на рисунке V.3. Например, вместо полностью интегрированной цифровой базовой карты в векторном формате могут быть использованы растровые изображения топографических карт в качестве фона для границ СУ. В некоторых случаях карты объектов могут быть упрощены в еще большей степени, например улицы могут быть представлены их осевыми линиями, а полигоны использоваться для обозначения целых городских кварталов, а не отдельных домов.

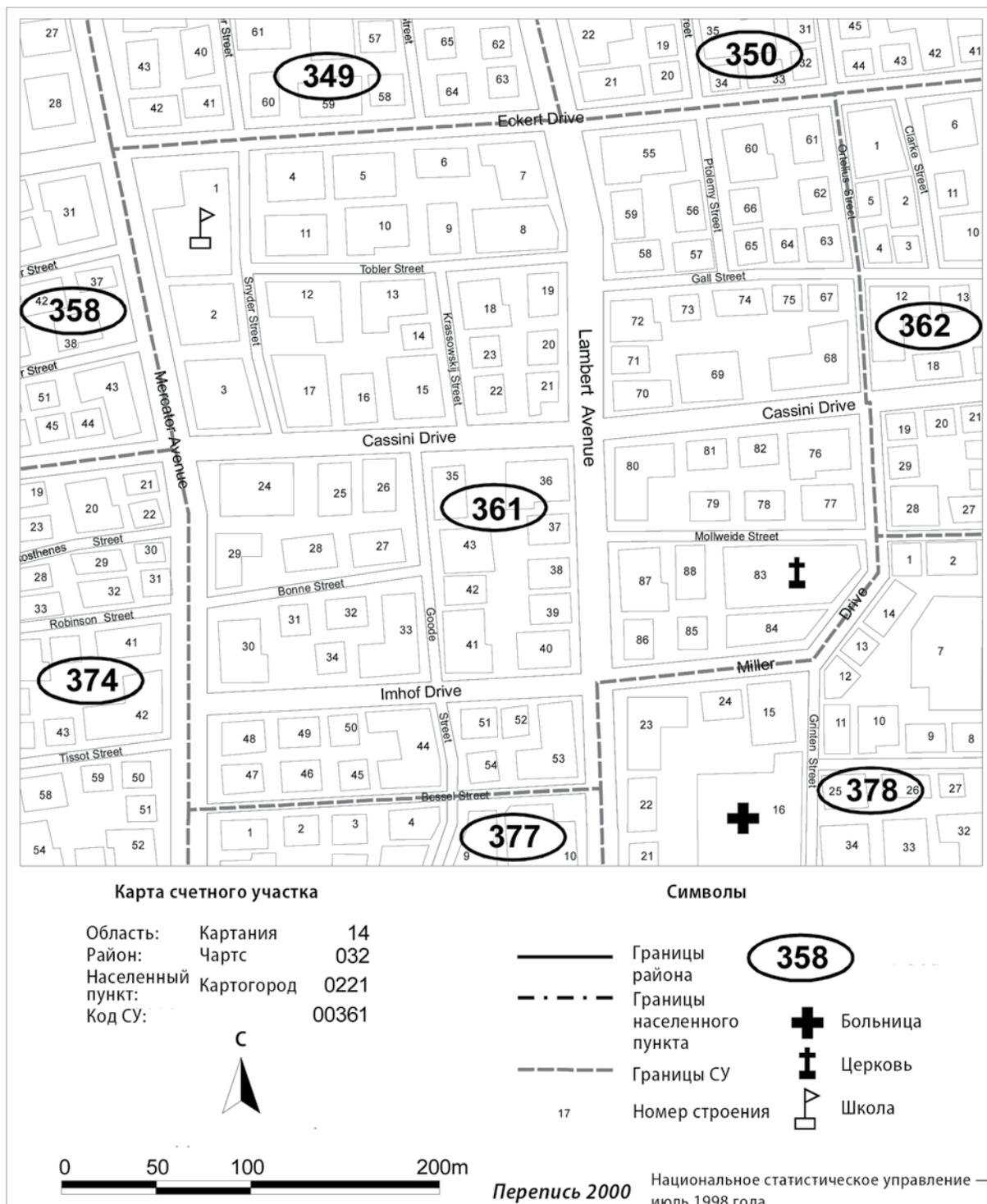
5.24. Необходимо принять решение относительно формата и цвета печатных карт СУ (информация по критериям выбора принтеров приводится в главе VI). С учетом высокого разрешения лазерных печатающих устройств карты СУ обычно изготавливаются на бумаге формата A3 (420 × 297 мм — размер двух листов формата A4) или на бумаге размером 11 × 14 дюймов, если это возможно. По сравнению с крупноформатными печатающими устройствами или графопостроителями эти устройства и дешевле, и производительнее. При пересчете

Рисунок V.2  
**Примерные компоненты цифровой карты счетного участка**



Рисунок V.3

Пример карты городского счетного участка



на одну страницу с учетом стоимости чернил или тонера использование лазерных принтеров гораздо дешевле, чем струйных принтеров. Поскольку объем печати карт СУ измеряется тысячами экземпляров, то эти соображения важны. Проблемы могут возникнуть там, где очень большой СУ содержит небольшие, но густонаселенные территории. Для таких территорий нужно или печатать карты более крупных форматов, или предусмотреть в макете карты-врезки, подробно показывающие густонаселенные части СУ.

5.25. Для инвентаризации бумажных карт до начала регистрации НСО должны рассмотреть возможность снабжения своих карт штрихкодами. Считывание штрихкодов достаточно легко осуществляется с помощью лазерного считывающего устройства простых компьютерных программ баз данных. Штрихкоды содержат не описательную информацию, а только произвольный справочный номер, который компьютер использует для поиска связанных с ним записей. Сканер штрихкода улавливает светлые и темные зоны из отраженного света, которые он преобразует в электронный сигнал (высокий для черной полосы, низкий — для белой). Многие сканеры штрихкодов сегодня комплектуются разъемом USB и декодером, который или встроен в схему устройства, или поставляется отдельно. НСО могут использовать заранее распечатанные наклейки со штрихкодами или использовать компьютерные программы, формирующие штрихкоды для каждой составляемой карты (для получения более подробной информации см. [www.barcodehq.com/primer](http://www.barcodehq.com/primer)).

5.26. Хорошо спроектированные карты СУ обычно достаточно удобны в черно-белом исполнении. Несмотря на снижение цен на цветные принтеры, 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 СУ. Однако если позволяют ресурсы, цветное исполнение может сделать макет карты более ясным. Например, границы СУ могут быть обозначены на карте яркой цветной линией. Того же эффекта можно добиться и на черно-белой карте, отмечая границы СУ ярким маркером (более подробно тема использования цвета рассматривается в приложении V).

5.27. По возможности руководители НСО должны рассмотреть возможность проверки читаемости карт. В этом случае решения относительно макета карты, такие как размер, цвет и масштаб карты, а также ее компоненты, могут приниматься с учетом фактического опыта пользователей, а не только оценок коллектива разработчиков карт.

5.28. В дополнение к резервным копиям, которые хранятся в центральном учреждении, отвечающем за составление карт переписи, должны изготавливаться несколько копий карты каждого СУ. Такие карты должны быть доступны местным отделениям переписи, инспекторам и счетчикам, каждому из которых могут потребоваться четыре или пять их копий. Решение распространять карты в цифровом или бумажном формате зависит от того, насколько централизовано проведение переписи. Если работы по составлению карт сосредоточены в одном или нескольких учреждениях, проводящих перепись, то предпочтительным подходом является распространение файлов цифровых карт вместо их твердых копий. Эти файлы могут быть переданы местным отделениям бюро переписи на CD-ROM или DVD-дисках либо через Интернет с помощью целевого ftp-сайта. Если карты будут экспортироваться в файле общего формата, таком, например, как формат переносимых документов (PDF), или графическом файле, встроенном в общий формат программ обра-

ботки текстов, местным отделениям не понадобится доступ к картографическому программному обеспечению. Такие файлы могут быть распечатаны в любой стандартной компьютерной системе. Этот подход позволяет местным учреждениям печатать копии карт СУ в необходимых количествах и быстро разрешать такие проблемы, как, например, потеря печатных копий карт. Руководители переписи должны выбирать наиболее надежный и экономный подход с учетом имеющихся у них вариантов.

5.29. Если база данных согласована и хорошо организована, то изготовление карт СУ будет происходить достаточно быстро и не возникнет необходимости в передаче этих работ во внешний подряд. Печать карт СУ не потребует профессиональных пакетов программ ГИС, а может быть выполнена с помощью сравнительно дешевых настольных картографических систем. Некоторая часть этого процесса может быть автоматизирована посредством встроенных макрокоманд используемого программного обеспечения. Например, список СУ 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.

## **С. Использование геопространственной инфраструктуры во время регистрации в ходе переписи**

5.30. Главный вклад географических баз данных в успешное проведение переписи приходится на этапы до и после регистрации. Однако геопространственная инфраструктура играет свою роль также непосредственно во время регистрации за счет обеспечения организационного планирования и контроля за проведением переписи. В то же время проведение переписи дает проводящему ее учреждению возможность еще раз проверить качество цифровой базы данных переписи. Эти аспекты обсуждаются ниже.

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

5.31. В процессе переписи карты используются для многих целей. При этом важно отметить активную роль геопространственной технологии в планировании подготовительных работ и организационного обеспечения переписи. Распределение административных территориальных единиц по операционным зонам, размещение местных отделений и планирование перемещений работников на местах и счетчиков — это только несколько примеров задач, для решения которых может быть полезна географическая база данных. Если планируется использование для переписи цифровых карт и если НСО выбрала вариант создания цифровой географической базы данных, то картографический отдел бюро переписи должен использовать геопространственную базу данных с грубым разрешением, состоящую из мелкомасштабных цифровых карт населенных пунктов, дорог, рек и административных подразделений. Эти карты могут состоять из мелкомасштабных цифровых карт масштаба от 1:50 000 и до 1:500 000; 1:1 000 000, однако они могут быть слишком упрощенными для того, чтобы приносить какую-либо пользу. В большинстве

случаев необходимые сведения могут быть получены из существующих источников, включая национальное картографическое агентство или департамент проведения обследований. НСО может также разработать свои собственные наборы данных или использовать готовые данные, которые поступают с программным обеспечением ГИС.

5.32. Многие программные пакеты ГИС предлагают функции сетевого анализа, которые позволяют плановикам определять расстояния и стоимость поездок по имеющейся сети дорог. Качество данных по дорожной сети варьирует в широких пределах между различными районами, и необходимо проявлять определенную осторожность при использовании мелкомасштабных (то есть чрезвычайно упрощенных) данных. В пределах городских территорий 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 ряд участков инспекторов или руководителей групп. Размещение филиалов на местах должно быть произведено так, чтобы минимизировать время поездок и облегчить таким образом контрольно-надзорные функции региональных руководителей, отвечающих за проведение переписи. Для определения и показа возможных распределений региональных командировок могут быть использованы функции ГИС, осуществляющие агрегирование площадей.

5.33. Использование географических баз данных для организационного обеспечения не идет ни в какое сравнение по важности с использованием цифровых методов для их применения в целях определения границ СУ. Многие задачи могут быть столь же хорошо решены путем изучения опубликованных карт, хотя такая работа снижает функциональность географической базы данных. Преимущество использования географической базы данных для этих целей состоит в том, что расстояние и время поездки будут оцениваться более точно и проводящие перепись специалисты смогут быстро составлять карты, отражающие различные аспекты процесса планирования переписи. Более того, разработка в масштабах страны небольшой мелкомасштабной географической базы данных является хорошим подготовительным упражнением для намного более трудной задачи создания подробной географически соотнесенной базы данных для проведения переписи.

## 2. Мониторинг хода переписи

5.34. Во время переписи населения и выполнения работ, проводимых после регистрации, персонал центрального бюро переписи 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.

5.35. 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.

5.36. 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 географическую базу данных и готовить итоговую карту для оценки ее всеми инспекторами переписи.

5.37. 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.

### **3. Рекомендации для счетчиков по использованию карт в ходе переписи**

5.38. Программа подготовки счетчиков должна включать основы чтения карт и методы ориентирования на местности. Приехав на место, счетчики должны идентифицировать свои СУ на местности и на карте. Во-вторых, счетчик должен удостовериться в том, что это действительно его карта, даже если это не вызывает сомнения. Ориентирование по карте означает раскладывание карты таким образом, чтобы были видны все ее участки. Затем счетчик должен начать ориентирование с крупного перекрестка улиц, найдя его на карте и на местности, выявляя основные ориентиры — дома, церкви, железнодорожные пути, реки — и сверяя их с символами на карте.

5.39. Счетчики с помощью руководителей групп должны составить план передвижения по СУ, чтобы свести к минимуму повторения маршрута. СУ следует поделить на секции, микрорайоны или секторы. Счетчик должен поставить метку «Х» в начальной точке дневного обхода и поставить на карте дату в конечной точке в конце дня. Счетчики должны следовать правилу правой руки, двигаясь по часовой стрелке от начального пункта так, чтобы регистрируемые дома находились справа от счетчика, и ориентируя карту так, чтобы она была обращена в сторону продвижения. При каждом повороте за угол карту необходимо переориентировать так, чтобы объекты на местности совпадали с картой. Счетчики должны выявить на карте единицы жилого фонда, с тем чтобы иметь возможность их повторного посещения при необходимости. Препятствия на местности, такие как детали рельефа, водоемы и плохие дороги, необходимо отмечать на карте, с тем чтобы в будущем счетчики могли использовать эту информацию.

### **4. Обновление и исправление карт счетных участков в ходе регистрации**

5.40. Весьма вероятно, что, несмотря на программу всестороннего контроля качества, осуществляемую во время составления карт, многие карты счетных участков будут содержать ошибки, и подчас значительные. Например, во время подготовительных работ на местах некоторые строения или улицы могут быть пропущены или отмечены на картах неправильно. Более того, поскольку географическая база данных переписи должна создаваться за несколько месяцев или даже лет до начала переписи, на картах счетных участков, конечно, не будут учтены новые здания и новая инфраструктура.

## Вставка V.1

**Составление карт участков переписи в Индии для проведения работ на местах**

1. Проведение переписи населения в Индии — это гигантская по своим масштабам операция подсчета и сбора информации по более чем миллиарду жителей этой страны. Картографическое сопровождение играет ключевую роль в обеспечении полного географического охвата территории страны без пропусков и перекрытий.
2. Подготовка карт с административными границами штатов, округов, районов, деревень и городов начинается почти за три года до начала переписи. От администраций штатов и муниципальных органов власти принимаются уведомления об изменении юрисдикций. До использования в новой переписи населения обновляются карты, подготовленные в ходе предшествующей переписи, и в них отмечаются изменения, заявленные и подтвержденные компетентными органами. Учитываются все дальнейшие изменения юрисдикций до того момента, когда административные границы замораживаются для проведения переписи. Бюро переписи ведет базу данных с файлами границ для использования в работах по обновлению карт с применением технологии ГИС.
3. На момент составления списков жилых домов, которое проводится за шесть–восемь месяцев до регистрации населения, для распределения между примерно двумя миллионами счетчиков выделяются отдельные секции этих списков. Поскольку географической базы данных с детальными планами расположения строений, домов и т.д. не существует в цифровом формате, в сельских районах используются сделанные от руки планы расположения строений, домов, дорог и основных деталей рельефа, оставшиеся с момента предыдущей переписи. В городских районах для определения границ операций по составлению списков домов используются самые новые карты, получаемые от местных властей. На базе информации, собранной в ходе составления списков домов, формируются новые счетные микрорайоны, охватывающие зоны с населением в среднем по 500–750 человек, для использования в ходе регистрации. Счетчики в ходе регистрации населения используют сделанные от руки планы счетных участков, известные как условные карты, а также передают их другим учреждениям, проводящим обследования.
4. Хотя цифровые карты с административными границами существуют вплоть до уровня городов и деревень, подробные цифровые карты, показывающие расположение зданий, домов, улиц, переулков, дорожных сетей и основных деталей рельефа, для небольших городов и деревень все еще не составлены. На настоящий момент начата работа по подготовке подробной цифровой географической базы данных основных городов, в ходе которой будут использованы спутниковые изображения. Служба съемок Индии — главное правительственное картографическое учреждение страны — предоставит для этой цели подробные карты районов в цифровой форме на основе спутниковых изображений. Предложено проведение специальных обследований на местах в целях сбора информации о номерах и типах домов, их целевом использовании, численности жителей и т.д. для привязки этих данных к цифровым картам и для последующего определения границ счетных участков. Результатом этого мероприятия станет создание карт с географической привязкой для использования в целях переписи. Карты, показывающие местоположение счетного участка и подробный план расположения зданий, улиц, переулков и т.д., будут розданы счетчикам для проведения регистрации. Эти карты будут также направлены другим правительственным учреждениям для осуществления их соответствующих программ (за дополнительной информацией обращайтесь к Чинмою Чакраворти: [cchakravorty.rgi@censusindia.gov.in](mailto:cchakravorty.rgi@censusindia.gov.in)).

5.41. В дополнение к обучению методике сбора данных и элементарным навыкам чтения карты бюро переписи должно инструктировать счетчиков, а также в ходе регистрации снабжать карты СУ примечаниями, указывающими на любые ошибки или пропуски. По завершении переписи сотрудники картографического отдела должны собрать карты СУ и принять меры по всем предлагаемым изменениям с помощью согласованной процедуры редактирования

эталонной географической базы данных переписи (более подробно эта тема обсуждается в главе IV). Для этой работы может потребоваться либо внесение соответствующих исправлений только в цифровую базу данных переписи, либо проведение некоторых дополнительных работ для проверки на местах, либо получение доступа к спутниковым изображениям или аэрофотоснимкам для проверки изменений. Этот процесс может стать довольно сложным, однако он обеспечит наличие у НСО самой последней информации о счетных участках, что уменьшит рабочую нагрузку на картографические отделы в период подготовки к проведению будущих переписей или обследований. При этом, однако, такая работа не должна вести к задержке публикации результатов переписи.

## D. Выводы и заключение

5.42. В главе V рассмотрен процесс создания карт, необходимых для проведения регистрации с упором на тематику, которая продолжает обсуждение географических баз данных в предыдущих главах. Сюда вошли разделы по этапам процесса составления карт счетчиков, определения актуальных для счетчиков и инспекторов слоев данных, по основным аспектам печати и распространения, по подходу к регистрации, основанному на проектном управлении, а также по плану непредвиденных расходов на случай задержек.



## Глава VI

# Использование географических баз данных для распространения результатов, продуктов и услуг переписи

### А. Введение

6.1. В главе V было рассмотрено использование геопространственной инфраструктуры для обеспечения работ по регистрации в рамках переписи. Глава VI посвящена географическим задачам, которые национальная статистическая организация (НСО) осуществляет после этапа регистрации, в том числе в области распространения и использования информации переписи с географической привязкой. На этом этапе уже должны быть получены результаты регистрации. На всем протяжении настоящего *Руководства* мы подчеркиваем, что все планы в географической области должны совпадать с общим планом переписи. Вторым ключевым фактором применительно к инвестициям НСО в географическую базу данных является возможность ее применения на всех этапах процесса переписи. Сразу по завершении регистрации результаты можно использовать для дальнейшего улучшения этой базы данных. Использование географической базы данных для создания НСО продуктов в целях информационно-образовательной деятельности среди всего населения поднимает вопросы обобщения данных и их масштабов, что потребует вклада со стороны внешних организаций.

6.2. При наличии цифровой географической базы данных переписи статистические базы данных по административным или статистическим единицам легко создаются путем суммирования и агрегирования данных. Для тех стран, которые не используют цифровую технологию для составления карт счетных участков (СУ) для раунда переписей населения 2010 года, на этом этапе существуют варианты разработки геосоотнесенной цифровой базы данных переписи, предназначенной для составления карт типографского качества, включения их в отчеты о результатах переписи и распространения среди внешних пользователей, которые хотят провести пространственный анализ данных переписи для собственных целей. Такая база данных может быть создана как для подходящего уровня административной иерархии, так и для других укрупненных территориальных единиц статистического учета. На таком уровне агрегирования для создания цифровой базы данных требуется намного меньше ресурсов, чем для полной цифровой картографической базы данных СУ.

6.3. В целом, однако, глава VI исходит из допущения о том, что полная цифровая база данных счетных участков или жилых помещений была создана для целей проведения регистрации в рамках переписи населения. Чтобы

оправдать капиталовложения, необходимые для создания таких баз данных, НСО должны принимать во внимание долговременную перспективу. Таким образом, первоочередные задачи, решаемые по завершении переписи населения, — это всего лишь первые шаги по подготовке географических материалов для следующей переписи.

6.4. Основными темами, рассматриваемыми в главе VI, являются управленческие задачи, связанные с географическими базами данных после проведения переписи и в период между переписями, а также создание и распространение конечных продуктов. Другие темы включают: внесение изменений по результатам работ на местах; процесс агрегирования данных по тем единицам, по которым распространяются данные; ведение базы данных; распространение продуктов и услуг; проблемы, связанные с разглашением информации и сохранением ее конфиденциальности; вопросы маркетинга; информационно-пропагандистскую деятельность; географические продукты; карты и базы данных переписи, предназначенные для публикации; некоторые методы анализа данных переписи с точки зрения их пространственных аспектов; вопросы, связанные с составлением карт и распространением баз данных переписи с помощью Интернета.

## **В. Задачи, возникающие после переписи и между переписями**

6.5. Послерегистрационный период — это именно тот этап, на котором хорошее планирование оправдывает себя. Если НСО соблюдала общий план, разработанный на самом начальном этапе процесса, и неукоснительно следовала ему, то ассортимент конечных продуктов определял выбор вариантов работы на этапе регистрации. Если планом предусматривается публикация результатов на уровне СУ, то, вероятно, не возникнет необходимости в каком-либо согласовании данных. Если, однако, результаты по уровню СУ публиковаться не будут, то потребуется определенное согласование данных. Дополнительное согласование понадобится применительно к тем географическим изменениям, которые были обнаружены во время регистрации. НСО необходимо заранее согласовать, какие виды ошибок требуют немедленного устранения, а какие могут подождать, поскольку их устранение может вызвать задержку публикации результатов.

### ***Первоочередные задачи***

#### **1. Внесение обновлений и изменений, предложенных счетчиками**

6.6. Составной частью процесса регистрации является инструктаж персонала переписи по выявлению ошибок или несоответствий в разграничении СУ или в объектах базовой карты охватываемой переписью территории. Картографический отдел бюро переписи должен поощрять счетчиков фиксировать ошибки, которые инспекторы на местах могут собирать по итогам регистрации и направлять в картографический отдел. Затем географический отдел бюро переписи может, используя разработанные НСО процедуры и основываясь на этой информации, вносить исправления в картографическую базу данных, которая была использована для составления карт СУ. У этой процедуры есть два преимущества.

6.7. Во-первых, эта процедура обеспечивает составление таблиц и разработку цифровых и печатных картографических продуктов переписи, основанных именно на том разграничении СУ, которое фактически использовалось во время регистрации. Во-вторых, внесение изменений границ СУ в главную географическую базу данных облегчит будущую перепись населения или другие мероприятия по сбору статистических данных, базирующихся на тех же или сходных географических учетных единицах. Здесь прослеживается очевидное преимущество в плане поддержания географической базы данных в актуальном состоянии при обеспечении активной роли персонала на местах в общем улучшении качества данных. Согласование данных, однако, не следует проводить без надлежащей оценки влияния этой работы на соблюдение общего плана переписи.

## **2. Агрегирование данных по участкам, используемым для сбора данных, и по участкам, используемым для составления таблиц или статистического учета**

6.8. Наиболее важной задачей по окончании регистрации является обеспечение составления таблиц статистических данных на основе отчетов о результатах переписи. Данные переписи необходимы для многих типов укрупненных территорий, так как пользователи из разных секторов обычно используют различные географические районы в качестве основы для планирования и оперативного управления. Следовательно, СУ необходимо укрупнять до уровня этих разнообразных учетных единиц, что требуется для разработки широкого диапазона конечных продуктов переписи. Маловероятно, что всем пользователям потребуется высокий уровень детализации, не говоря уже о серьезных проблемах работы с таким объемом файлов или с базой данных СУ, которая охватывает всю территорию страны.

6.9. Согласование между участками, используемыми для сбора данных (СУ), и участками, используемыми для составления таблиц на различных уровнях географического деления, требует разработки «файлов эквивалентности» или «файлов сравнимости». Таблица, совмещающая два различных вида географического деления, иногда называется «таблицей соответствия». Файлы эквивалентности перечисляют для каждого участка территории, данные по которому должны войти в таблицу, все составляющие его СУ. Как только такие списки составлены, агрегирование может быть осуществлено с помощью стандартных операций базы данных. Изменения счетных участков или других единиц, произошедшие между двумя переписями, показаны в таблице VI.1, которая демонстрирует, что один СУ (переписной район) переписи 2000 года был разбит на три новых СУ (переписных района) для переписи 2010 года, что сопровождалось пересмотром кодов.

6.10. Разработка файлов эквивалентности упрощается при использовании удачно выбранной схемы кодирования в течение всего процесса. Геокодирование единиц переписи и атрибутов карт подробно рассматривается в настоящем *Руководстве*, в частности в главе III. Геокодирование еще раз подтверждает важность разработки на ранних стадиях составления карт переписи интуитивно понятных и гибких правил присвоения каждому из СУ уникальных цифровых или буквенно-цифровых кодов.

6.11. Число территориальных единиц, по которым выдается информация и которые поэтому нуждаются в создании файлов эквивалентности, может быть очень большим. Кроме установленных законом и административных территориальных единиц, таких как районы или области, агрегирование дан-

Таблица VI.1

## Сравнение старых и новых счетных участков

Длина и описание поля				
1–11 код переписного района				
12 флажок части (P)				
13–18 дистанция (в милях) сторон улиц в переписном районе 1990 года				
19–22 процентная доля дистанции (в милях) сторон улиц в переписном районе 1990 года				
23–31 код переписного района 2000 года				
32–33 подстрочный индекс переписного района 2000 года				
34 флажок части (P) переписи 2000 года				
35–40 дистанция (в милях) сторон улиц в переписном районе 2000 года				
41–44 процентная доля дистанции (в милях) сторон улиц в переписном районе 2000 года				
45–50 дистанция (в милях) сторон улиц в районе, охватываемом отчетностью переписи				
51–64 14 площадь района, охватываемого отчетностью переписи (1000 кв. метров)				
65–66 2 сокращения названий штатов, принятые в 2000 году				
67–126 60 название страны, принятое в 2000 году				
Приводимая ниже отчетность показывает, что переписной район 1990 года был разбит на три переписных района в 2000 году: 402.01, 402.02 и 402.03.				
10001040200P	11735029610001040201	34771000	3477	9796DEKent
10001040200P	11735044210001040202	51891000	5189	32059DEKent
10001040200P	11735026210001040203	30691000	3069	59822DEKent

ных переписи населения может понадобиться для целого ряда территориальных единиц, используемых для планирования или оперативного управления. Примерами могут служить медико-санитарные участки, школьные округа, зоны транспортного планирования, избирательные округа, зоны обслуживания предприятий коммунальных услуг, почтовые зоны и зоны планирования природоохранных мероприятий (см. рисунок VI.1). В некоторых случаях они могут совпадать с административными единицами, но чаще они несовместимы со стандартными учетными территориальными единицами. Кроме того, запросы на специальные таблицы вполне могут поступать от частного сектора и научных учреждений. Таким образом, разработка последовательных процедур для создания и ведения файлов эквивалентности является важной задачей для картографического отдела бюро переписи. Как подчеркивается на протяжении всего настоящего *Руководства*, эффективное планирование приносит многочисленные прямые и косвенные преимущества для НСО.

6.12. 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 трудно отслеживать изменения показателей переписи во времени. Именно поэтому географический отдел бюро переписи должен отслеживать такие изменения в географии переписи населения страны и обеспечивать пользователей файлами сравнимости для согласования данных прошедших и текущих переписей.

6.13. Эти усилия принесут особую пользу, если НСО участвует в деятельности инфраструктуры пространственных данных (ИПД) в рамках своей

страны, поскольку это обеспечит пользователям результатов переписи точные спецификации, необходимые для обнаружения тех файлов переписи, которые нужны им для собственных конкретных целей.

Рисунок VI.1

**Примеры территориальных единиц, используемых в таблицах результатов переписи, и участков статистического учета**



### 3. Архивирование базы данных

6.14. После исправления обнаруженных ошибок и несоответствий в главной географической базе данных должны быть созданы и архивированы эталонные копии всех наборов географических данных. Главная база данных, в которой география переписи 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 главной 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 уже прошли тщательную проверку, так что бюро переписи будет способно ответить на любые вопросы, касающиеся этих данных, которые могут возникнуть в будущем. Копии эталонной базы данных должны быть архивированы в надежном месте сразу по завершении работы над базой данных.

6.15. Для НСО, имеющих постоянную программу картографического сопровождения, копия этой базы данных будет служить основой для регулярного обновления карт в период между переписями. Преимущества программы постоянного обновления карт обсуждаются ниже.

### 4. Ведение базы данных: преимущества непрерывной картографической программы

6.16. Как уже отмечалось в настоящем *Руководстве*, преимущества цифровой географической программы переписи смогут компенсировать значительные затраты на ее разработку и эксплуатацию только при условии,

что итоговая база данных переписи будет использоваться во многих других прикладных областях, не связанных непосредственно с основными задачами переписи. Весь спектр потенциальных преимуществ может быть реализован только в том случае, если база данных будет поддерживаться таким образом, чтобы ее обновление для будущих переписей требовало сравнительно небольших ресурсов. Как обеспечение применения картографической базы данных в максимальном числе областей, так и обеспечение максимального использования имеющихся цифровых данных в последующих переписях возможны только при высокой степени преемственности национальной программы составления карт переписи. Таким образом, преемственность географического сопровождения переписи обеспечит отдачу капиталовложений в создание базы данных.

6.17. Один из важных аспектов этой ситуации заключается в том, что учреждение картографического сопровождения переписи должно осуществлять процедуры обновления базы данных сразу по завершении переписи. Это подразумевает непрерывное обновление границ и других элементов карт по мере поступления новой информации. В период между переписями должна действовать четкая система автоматизированного контроля обновления версий. Внесенные в базу данных изменения должны документироваться и публиковаться. Например, только один сотрудник или небольшая группа сотрудников должны иметь полномочия для внесения изменений в главную базу данных. Предоставление таких особых административных полномочий только ограниченному числу сотрудников позволит избежать ситуации, когда разные сотрудники вносят изменения в различные версии базы данных, которые потом приходится согласовывать.

6.18. В период между переписями учреждение картографического сопровождения переписи должно отслеживать новые отраслевые тенденции в этой области и новые подходы других учреждений, решающих аналогичные задачи. Таким образом, это учреждение будет в курсе всех решений о капиталовложениях в модернизацию компьютерных программ и оборудования. С учетом быстрой смены технологий становится понятным, что в период между переписями могут потребоваться периодические капиталовложения в эти области для обеспечения высокого качества проведения переписи.

6.19. Составление цифровых картографических данных требует опыта использования компьютеров, специализированных пакетов программ, а также знания географических концепций. Из соображений экономии обучение персонала разумно ограничить базовыми географическими концепциями и задачами. Для успешного выполнения долговременной программы картографического сопровождения переписи решающим фактором является преемственность кадров. Бюро переписи должно определить состав ключевых сотрудников, которые будут обслуживать базу данных в период между переписями, оказывать геопространственные услуги в других статистических целях, таких как выборочные обследования, и служить в качестве «архива памяти» учреждения. Это облегчит плавный переход в применении ГИС-приложений к следующей переписи населения. Ключевые сотрудники могут, например, обучать временных работников, нанятых для оцифровки данных или для работ на местах. Сохранение ключевых сотрудников сократит также издержки организационного периода, необходимые в противном случае для найма экспертов-географов, которым потребуется некоторое время для полного вхождения в процесс картографического обеспечения переписи (подробно кадровые вопросы рассматриваются в главе II).

6.20. Вновь следует подчеркнуть важность перспективного взгляда на деятельность по картографическому сопровождению переписи населения. Выгоды от долговременной стратегии вполне оправдывают дополнительные ресурсы, необходимые для поддержки картографического потенциала НСО в период между переписями.

## С. Распространение географических продуктов переписи

6.21. Часто НСО пренебрегают вопросами распространения результатов, а между тем это важный способ просвещения населения и обеспечения поддержки деятельности в других областях. Необходимо еще раз подчеркнуть, что НСО уже на самом начальном этапе процесса должны определить всю линейку продуктов и услуг, включая их структуру и формат. Планирование распространения информации, а также таких аспектов, как разглашение сведений и сохранение их конфиденциальности, маркетинг, образовательно-пропагандистские мероприятия, рассматриваются ниже.

### 1. Планирование распространения данных

6.22. Определение состава конечных картографических продуктов и планирование их выпуска должны быть тесно увязаны с подробным графиком всего проекта переписи населения. Для составления таблиц данных переписи может потребоваться информация от географического отдела бюро переписи, а тематические карты и цифровые географические базы данных могут быть окончательно сформированы только после завершения обработки данных переписи.

6.23. Выбор линейки конечных продуктов должен быть основан на детальной оценке потребностей заказчиков, то есть на изучении рынка, которое должно осуществляться на ранних стадиях планирования переписи. Для того чтобы обеспечить обратную связь с пользователями, планы выпуска продуктов необходимо разрабатывать как можно раньше и публиковать как можно шире.

6.24. Полезно создать консультативный орган, состоящий из представителей важнейших групп пользователей результатов переписи, члены которого могли бы направлять деятельность НСО. Функции консультативной группы не должны ограничиваться стадией планирования переписи; этот орган может выполнять функции постоянного формального или неформального механизма обмена идеями между НСО и пользователями данных. Приведенные во введении к настоящему *Руководству* примеры использования статистики переписи по малым районам дают некоторое представление о том широком круге пользователей данных, на интересы которых должно ориентироваться бюро переписи.

6.25. При определении линейки продуктов и услуг 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. По итогам последнего цикла переписей населения редко публиковались продукты цифровой картографической базы данных, однако такие продукты будут одним из важнейших видов конечных продуктов текущего цикла переписей. Хотя во многих странах спрос на печатные копии карт может быть выше, чем спрос на цифровую информацию, эта ситуация меняется по мере

все более широкого распространения карт в электронной форме. Таким образом, учреждение картографического сопровождения переписи должно гибко реагировать на меняющиеся потребности и специальные запросы заказчиков.

6.26. Планируя стратегию выпуска конечных продуктов, целесообразно заглядывать на несколько лет вперед. Например, во многих, даже бедных, странах Интернет превратился в главный канал распространения данных в условиях совершенствования инфраструктуры средств связи во всем мире. Кроме того, по мере создания новых продуктов переписи будут появляться новые группы пользователей. Например, телефонные компании запрашивают геосотнесенные демографические данные для планирования строительства новых вышек-ретрансляторов и другой инфраструктуры. Для увеличения социальных выгод от сбора данных переписи населения бюро переписи может активно искать новые группы потенциальных заказчиков и предоставлять им свои продукты. Одним из эффективных способов такой деятельности в государственных структурах и среди негосударственных пользователей данных является участие в национальной инфраструктуре пространственных данных (НИПД).

6.27. Кроме того, бюро переписи должно стараться оценить объем возможного спроса на свои продукты и услуги, для того чтобы получить некоторое представление о том потенциале, который потребуется для обслуживания запросов заказчиков. С другой стороны, это пожелание трудно выполнить, поскольку спрос может возрастать 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 некие новые продукты и услуги, бюро переписи должно быть готово обслуживать растущий спрос на них. Эффективные планы легко масштабируются в соответствии с уровнем спроса. Целесообразно как можно раньше четко определить, какие из запросов пользователей данных переписи должны быть удовлетворены (например, в силу требований законодательства), какие запросы желательно удовлетворить (с учетом концепций оптимального обслуживания потребителей) и какие удовлетворять не следует (в связи с ограниченностью ресурсов). Четко выстроенный ряд приоритетов также облегчит составление графика распространения продуктов и услуг переписи.

6.28. НСО настоятельно рекомендуется как можно шире публиковать информацию о результатах, продуктах и услугах посредством политики открытого доступа. Политика открытого распространения данных, то есть дешевый или бесплатный доступ к данным, может помочь уменьшить рабочую нагрузку на бюро переписи. В странах, где данные переписи населения предоставляются бесплатно, специальные запросы некоторых пользователей данных переписи могут быть обеспечены частными поставщиками услуг. Такое положение дел позволяет бюро переписи сконцентрировать свои усилия на тех пользователях данных, которых они обязаны обслуживать в соответствии с нормативными актами и законами.

6.29. Некоторые географические 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 бюро переписи создавать определенные виды картографических продуктов. Эти продукты могут производиться или на регулярной основе, или по специальному запросу, например министерств или парламента.

6.30. Продукты более общего характера будут планироваться для более широкого распространения как среди пользователей государственного и частного секторов, так и среди широкой общественности. Бюро переписи должно стараться использовать как можно больше каналов распространения и удовлетворять потребности разнообразных групп пользователей путем публикации аналитических документов, а также самих данных и результатов. Ниже приводятся некоторые примеры такого пространственного анализа.

6.31. Ниже рассматриваются линейка конечных продуктов переписи и различные способы их распространения, включая обязательные продукты, тематические карты, которые могут распространяться в печатном или цифровом формате, распространение цифровых картографических баз данных, цифровых атласов переписи населения, а также стратегии распространения информации по каналам Интернета. Многие из этих конечных продуктов требуют досконального владения картографическими методами составления тематических карт. В настоящей главе рассматриваются только наиболее общие вопросы, касающиеся составления тематических карт. Приложение IV дает более полный обзор вопросов, связанных с проектированием тематических карт.

## **2. Соображения по поводу разглашения данных и их неприкосновенности: проблема вычисления разности**

6.32. НСО должна осознавать, что обеспокоенность общества по поводу неприкосновенности личной информации может повлиять на распространение данных переписи. Руководящие принципы защиты конфиденциальности личной информации приводятся в стандартных инструкциях Организации Объединенных Наций (см., например, Организация Объединенных Наций, 2008).

6.33. Различным правительственным организациям и внешним пользователям данных могут потребоваться данные о результатах переписи населения для разных наборов малых географических единиц. Например, некоторые организации используют в качестве первичных отчетных единиц небольшие участки отделений связи или учреждений здравоохранения. Чтобы удовлетворить потребности этих пользователей данных, национальное бюро переписи может снабдить их несколькими наборами данных о результатах переписи населения по малым географическим районам, границы которых не зависят друг от друга. Если границы и таблицы данных опубликованы для двух или большего числа наборов территорий, опытный пользователь сможет выполнить геопространственные операции и простые манипуляции с данными таблицы, с тем чтобы извлечь статистику переписи населения для очень маленьких географических зон. Результаты такой обработки данных переписи для новых единиц могут оказаться ниже порога, предписанного бюро переписи для сохранения неприкосновенности сведений о личной жизни. Это называется проблемой вычисления разности при разглашении статистической информации (см. Duke-Williams and Rees, 1998).

6.34. 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 переписи используют метод статистического возмущения 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.

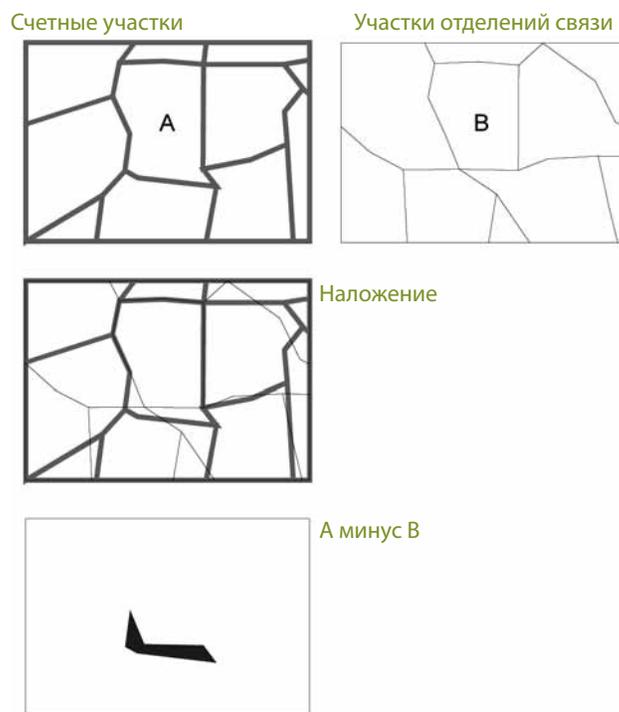
6.35. Тем не менее проблема вычисления разности может возникнуть, если зона из одного набора географических территорий пересекается с зоной из другого набора и пользователь имеет таблицы данных для обоих наборов территорий. Например, на рисунке VI.2 участок отделения связи В пересекается со счетным участком 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 разглашения информации, даже если показатели для А и В выше этих порогов.

6.36. Чтобы избежать проблем разглашения данных, НСО должна тщательно проверять границы альтернативных географических территорий. В случаях, когда становится возможным вычисление разницы, должны приниматься дополнительные меры защиты данных. Дьюк-Уильямс и Рис (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 статистических возмущений значений данных для наиболее 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

Рисунок VI.2

### Проблема вычисления при разглашении конфиденциальных статистических данных



возможно большего числа применений; например, если большинство учреждений в стране используют малые административные единицы в качестве первичных эталонов, то данные о переписи населения должны быть опубликованы для этих единиц;

- при издании альтернативных географических данных по зонам, намного превосходящим первичные счетные участки, риск вычисления разницы весьма 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 многие их границы совпадают, то риск вычисления разницы будет большим, чем в случае, когда границы сильно отличаются;
- проблемы вычисления разницы можно снизить, если НСО будет следовать стандартным границам административных или статистических единиц с известными координатами и уровнем упрощения линий границ.

### 3. Маркетинг географических продуктов и услуг переписи

6.37. С учетом большого и растущего спроса на разукрупненные данные переписи НСО должны изучить пути упрощения доступа пользователей к своим продуктам и услугам. Можно применить стратегии как создания внутри самой организации потенциала для удовлетворения потребностей пользователей, так и использования внешних специалистов. Там где это возможно, НСО должны создавать внутренний потенциал распространения собственных данных и аналитических материалов, полагаясь на независимые организации, такие как коммерческие фирмы, только тогда, когда потенциальный спрос превышает возможности распространения данных.

6.38. При принятии решения о том, продавать данные или предоставлять к ним бесплатный доступ, НСО должны найти баланс между получением дохода и расширением пользовательской базы. Страны, которые хотят окупить часть затрат на разработку географических баз данных переписи населения и в которых отмечается значительный коммерческий спрос на статистические данные по малым районам, могут рассмотреть возможность заключения соглашения об организации сбыта с частным продавцом данных. Среди потенциальных участников могут быть местные дистрибьюторы основных производителей компьютерных программ ГИС, поставщики картографических продуктов и изображений в Интернете и поставщики геодемографических данных. 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.

6.39. Такое сотрудничество дает НСО некоторые преимущества. Поставщики компьютерных программ и данных могут вкладывать свои технические знания и, возможно, вычислительные ресурсы в разработку дистрибутивного пакета географической базы данных в обмен на долю в продажах баз данных.

Поставщики, торгующие компьютерными программами в международном масштабе, могут увеличить продажу национальных географических данных. В других странах спрос может исходить от международных компаний или научных кругов, изучающих ту или иную страну.

6.40. При сотрудничестве с продавцами коммерческих компьютерных программ может возникнуть проблема, если поставщики захотят распространять свои данные только в своем собственном, принадлежащем фирме формате. Бюро переписи 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. НСО должны осмотрительно относиться к переуступке прав на сбыт частной компании. Следуя по этому пути, НСО уже не сможет распространять эти данные бесплатно или по очень низкой цене. Если целью является достижение возможно более широкого распространения, то предпочтительнее будет разработка и распространение базы данных собственными силами учреждения.

6.41. Другими потенциальными партнерами в сфере продаж могут быть университеты или другие государственные учреждения, распространяющие информацию. В любом случае, чтобы избежать возможных проблем, нужно заключить четко сформулированное соглашение о маркетинге и разделе прибылей. Бюро переписи 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.

#### 4. Программы помощи и обучения

6.42. Для обеспечения широкой осведомленности о наличии информации и максимально возможного распространения географически соотнесенных данных переписи населения НСО может разработать план рекламной кампании. Частью такой кампании могут быть печатные брошюры и плакаты, демонстрирующие наиболее показательные карты результатов переписи. Эти печатные материалы могут широко распространяться в школах, университетах, коммерческих предприятиях и государственных учреждениях общенационального и местного уровня. Рекламно-маркетинговая кампания может предшествовать переписи для повышения информированности по потребностям обновленных статистических данных и обеспечения полномасштабного участия общественности.

Бюро переписи может также организовать по всей стране серию семинаров для региональных пользователей. На этих семинарах специалисты по переписи населения могут предложить широкому кругу потенциальных пользователей бесплатные или дешевые картографические пакеты, ориентированные на анализ данных переписи, информируя одновременно общественность о линейке продуктов, которые планируется выпустить по результатам переписи.

#### 5. Список возможных продуктов

6.43. Ниже дается описание различных продуктов, которые НСО должна опубликовать по результатам переписи. К ним относятся файлы эк-

вивалентности и сравнимости, библиотека справочных карт, файлы географических справочников и центроидов и тематические карты.

#### а) Файлы эквивалентности и сравнимости

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

6.45. 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 соотношенными, 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

6.46. Кроме файлов эквивалентности, бюро переписи 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.

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

6.48. 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 США (доступно в Интернете по адресу: [www.census.gov/geo/www/garm.html](http://www.census.gov/geo/www/garm.html)).

#### с) Файлы географических справочников и центроидов

6.49. 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 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 переписи. Если программа составления карты переписи широко использует данные, собранные с помощью системы GPS, то разработка географического справочника, содержащего географические координаты всех насе-

ленных пунктов, значительно упрощается. Такой географический справочник может включать все населенные пункты вместе с вариантами их названий, широтой-долготой, административными кодами и численностью населения.

6.50. 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 Интернет посредством стандартного входного интерфейса базы данных. Файлы цифровых границ также представляют собой потенциальный продукт переписи. Этот вопрос обсуждается ниже.

## 6. Тематические карты, предназначенные для публикации

### а) Возможности карт

6.51. Прежде чем обсуждать типы тематических карт, которые могут быть составлены для публикации данных переписи населения, важно отметить те следующие причины, по которым карты столь высокоэффективны для презентации результатов переписи:

- Карты передают концепцию или идею.
- Карты часто предназначены для пояснения текстовой информации. Темы и вопросы, которые трудно объяснить словами, можно более эффективно проиллюстрировать в виде карты или в графической форме.
- Карты пробуждают любознательность читателя. 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 3 000 значений данных. Такая карта могла бы быть напечатана на стандартной странице без существенных потерь для восприятия. С другой стороны, было бы трудно уместить 3 000 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 своей природе. Они просто представляют результаты переписи или сами по себе, или же с некоторыми аналитическими выкладками. Наоборот, демограф или географ, интересующийся данными переписи, может использовать карты для того, чтобы исследовать отношения между 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 анализа. Карта, таким образом, становится инструментом для подтверждения как тех результатов, которые могут быть получены одним только изучением 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 притягивают взгляд и бывают красивыми. Обратите внимание, что на стенах учреждений обычно 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 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?

#### b) Составление тематических карт по данным переписи

6.52. Внедрение геопространственных технологий в процесс переписи поощряет рассмотрение карты с такой точки зрения, которая абсолютно отличается от взглядов традиционной картографии. В компьютере карты могут быстро рисоваться на экране монитора. Это свойство позволяет поддерживать такой способ работы, который максимально приспособлен для проверки достоверности данных, исследования моделей данных и их анализа — эту область все чаще называют термином «геовизуализация». Геовизуализация основана на установившихся принципах составления и презентации карт. Она определяется как создание и использование визуальных презентаций для облегчения размышлений, понимания и создания знаний об условиях жизни населения и физических условиях в географических масштабах измерения (Longley and others, 2005).

6.53. 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 традиционному картографическому проектированию должно уделяться сравнительно мало внимания. Как показано в главе III, упор должен быть сделан на разработку базы данных и ее верификацию. Даже составление карт СУ, которые показывают счетчику главные объекты его рабочего участка, обычно опирается на сравнительно простую схему картографического проектирования.

6.54. После того как результаты переписи обработаны, бюро переписи обычно считает нужным довести карты до пригодного для публикации уровня, рассчитывая проиллюстрировать ими результаты переписи 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 DVD-диске или помещается на интернет-сайте.

6.55. Таблица VI.2 содержит ориентировочный список тематических карт, которые могут быть включены в атлас переписи населения или помещены на интернет-сайт бюро переписи. Можно рассмотреть целесообразность публикации многих других типов карт, охватывающих специальные темы или подробно рассматривающих интересные аспекты результатов переписи в регионах страны. Аналогично таблицам данных переписи, которые могут быть разбиты по признаку пола, возрастной группы или по принадлежности к городским или сельским территориям, карты переписи также могут быть разделены по группам населения. При наличии сопоставимых показателей предшествующих переписей могут быть информативными и карты, показывающие изменение объектов во времени (обзор принципов составления тематических карт дается в приложении V).

6.56. Пригодные для публикации карты переписи обычно составляются только для достаточно укрупненных статистических отчетных единиц. Бюро переписи может выпускать обзорные карты страны, показывающие распределение показателей по областям или районам, а также более детальные карты для каждой области. С использованием данных, полученных на уровне СУ или кварталов, для важнейших городских территорий могут быть составлены очень подробные карты.

6.57. ГИС и настольные картографические программы обеспечивают широкий спектр картографических функций, и поэтому многие коммерческие производители карт полностью переключились на цифровые методы. Тем не менее для создания высококачественных картографических конечных продуктов требуются значительный опыт и знания. Предоставляемый компьютерными картографическими системами инструментарий не может заменить собой профессиональную картографическую подготовку. 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 программ ГИС подходящих картографических функций. Однако в условиях повышения мощности и функциональности программ ГИС пользователи, имеющие слабую подготовку или вообще не имеющие подготовки по картографическим методам, будут по-прежнему испытывать трудности в составлении надлежащих карт.

6.58. В большинстве учреждений переписи составлением карт для их последующей публикации и распространения занимаются 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.

6.59. Благодаря широкому распространению ГИС и настольных картографических компьютерных пакетов все большее число тематических карт составляют специалисты в конкретных областях знаний, которые или мало,

Таблица VI.2

**Предлагаемые тематические карты для включения в атлас переписи**

Категория/название тематической карты
<b>Динамика и распределение населения</b>
Относительное изменение численности населения в межпереписной(ые) период(ы)
Среднегодовой темп роста
Плотность населения (человек на квадратный километр)
Городское население как процентная доля от общей численности населения
Распределение и размер главных городов и поселков
Показатели притока, оттока и чистой миграции населения
Лица, рожденные в стране и за границей
Лица, рожденные в другом районе страны
<b>Демографические характеристики</b>
Соотношение полов (мужчин на 100 женщин), возможно, по возрастным группам
Процентная доля населения в возрасте 0–14 лет
Процентная доля населения в возрасте 15–64 лет
Процентная доля населения в возрасте 65 и более лет
Процентная доля женского населения детородного возраста (15–49 лет)
Общая доля иждивенцев (процентная доля населения в возрасте 0–14 и 65 и более лет к населению в возрасте 15–64 лет)
Семейное положение
Коэффициент рождаемости
Общий коэффициент рождаемости
Средний возраст первого брака
Коэффициент смертности
Коэффициент детской смертности
Средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении
Процентная доля инвалидов
<b>Социально-экономические характеристики</b>
Процентная доля детей, не посещающих школу
Коэффициент грамотности взрослого населения (в возрасте 15 лет и старше)
Среднее число лет посещения школы (в возрасте 25 лет и старше)
Коэффициент неграмотности населения в возрасте 15 лет и старше
Численность неграмотного населения в возрасте 15 лет и старше
Образовательный уровень населения в возрасте 10 лет и выше
Доля экономически активного населения в общей численности населения
Доля женщин в численности экономически активного взрослого населения
Процентная доля экономически активного населения в разбивке по секторам экономики, типу профессиональной деятельности и статусу занятости
<b>Домохозяйства и жилой фонд</b>
Среднее число человек на одно домохозяйство
Процентная доля домохозяйств, возглавляемых женщинами
Среднее количество жилых комнат на одно домохозяйство
Форма владения (собственное жилище, арендуемое жилище и т. д.)
Тип строительного материала
Процентная доля населения, обеспеченного адекватным жильем
Процентная доля населения, обеспеченного питьевой водой
Процентная доля населения, обеспеченного электроэнергией
Процентная доля населения, обеспеченного водопроводом и канализацией
Процентная доля населения, обеспеченного медицинским обслуживанием

Источник: Организация Объединенных Наций, 2008 год.

или совсем не обучались основам картографического проектирования. Содержащаяся в приложении V информация должна представлять интерес как для ключевого состава картографов, так и для тех специалистов (как в самом бюро переписи, 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 работах Робинсона и др. (Robinson and others, 1995), Краака и Ормелинга (Kraak and Ormeling, 1997) и Дента (Dent, 1999). Макэхрен (MacEachren, 1994) выпустил полезный учебник для начинающих по составлению тематических карт, специально предназначенный для тех пользователей ГИС, которые не прошли формальной подготовки по картографии. Все более широкое распространение получают руководства по составлению карт, предназначенные специально для составления ГИС-карт (см. например, Krygier and Wood, 2005; Brewer, 2005).

### с) Цифровые атласы переписи населения

6.60. 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, учащихся школ и других непрофессиональных пользователей. В следующих разделах рассматриваются два подхода к составлению цифровых атласов переписи. Статический атлас переписи состоит из комплекта карт и других материалов, подготовленных бюро переписи. По существу, здесь пользователь может выбирать последовательность просмотра содержания, но не может менять само содержание. Динамический атлас переписи, наоборот, объединяет цифровую географическую базу данных и данные переписи населения в простой картографический пакет. Пользователь имеет возможность применить эти данные для создания карт под собственные нужды, которые можно напечатать или скопировать в пакеты других приложений.

#### и) Статические атласы

6.61. Статический цифровой атлас переписи может объединять карты, таблицы, диаграммы и, возможно, мультимедийные продукты, такие как фотоснимки или видеоролики, в зрительно привлекательную, дружелюбную среду. С помощью стандартных компьютерных программ может быть создана презентация в стандартном программном пакете типа слайд-шоу в формате PowerPoint. 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 систем и включаться в компьютерные программы презентаций с помощью формата графического обмена или просто командами «вырезать и вклеить» в среде Windows.

6.62. Еще одной платформой для презентации является любой браузер Интернета. Большинство пользователей 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. 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.

6.63. 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 прогнозов оценки населения округов, могут быть добавлены соединения с методологической запиской, объясняющей допущения, принятые для такого прогноза.

6.64. Концепция гиперссылок иллюстрируется на рисунке VI.3, 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.

6.65. 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

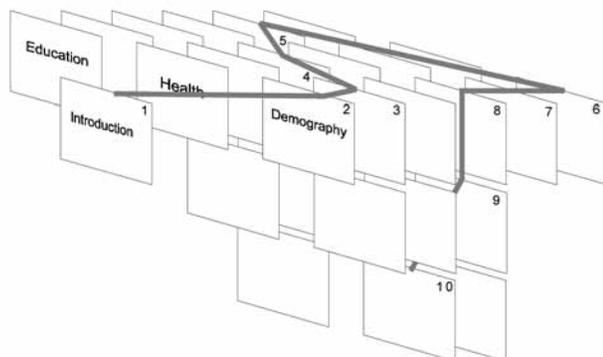
Рисунок VI.3

### Варианты плана презентации для статического цифрового атласа переписи

#### Последовательный дизайн



#### План с гиперссылками



инструментами, включая «навигационные цепочки», которые представляют собой ссылки, позволяющие пользователю выйти из просматриваемой страницы и найти путь по презентации.

6.66. Гипертекстовые ссылки знакомы каждому, кто пользуется Интернетом. На самом деле статический атлас переписи может столь же успешно эксплуатироваться с помощью стандартного языка HTML, разработанного для браузера Интернета, без использования какого-либо пакета программ презентации. Инструменты планирования веб-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. Например, начальный экран может показывать обзорную карту страны с инструкциями, где предлагается щелкнуть мышью на интересующей области для вызова более детальной карты субнационального уровня. Веб-технология позволяет также включать мультимедийные документы и соединения с информацией, находящейся вне презентации, например с другими частями веб-страницы бюро переписи или с другими правительственными организациями. Эти возможности доступны, конечно, только пользователям, имеющим выход в Интернет.

6.67. Одним из преимуществ использования сетевых инструментов является то, что один и тот же статический атлас переписи может распространяться на CD-ROM дисках или дискетах для автономного использования или он же может быть помещен на веб-сайте бюро переписи, что делает его доступным для абонентов сети по всему миру.

#### ii) *Динамические атласы*

6.68. Альтернативой статического атласа переписи является публикация цифровой карты и базы данных вместе с компьютерными картографическими программами, которые позволяют пользователю составлять 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 в более низком разрешении, чем в полной базе данных переписи. В плотно интегрированную атрибутивную таблицу должно быть включено ограниченное число показателей переписи. Значения плотности и пропорций населения, нужные для составления карты, должны быть вычислены заранее.

6.69. Такой подход удовлетворит потребности тех пользователей, которые не имеют специальных знаний в области ГИС и необходимых навыков в эксплуатации полной цифровой геопространственной базы данных переписи населения, но все же хотели бы добиться большей гибкости в исследовании и использовании географической информации переписи, чем это возможно со стандартным статическим атласом.

6.70. Проблема состоит, конечно, в том, что такие пользователи могут не иметь пакета ГИС, позволяющего создавать карты на персональном компьютере. Поэтому поставщик данных должен предоставить пользователю вместе с файлами границ и данных пакет программ с простым интерфейсом. Эксплуатация такого пакета программ требует минимального обучения и опыта. По существу, это приложение должно устанавливаться в режиме plug-and-play [включил и играй (работай)], то есть после инсталляции пользователь должен быть в состоянии немедленно составлять свои карты.

6.71. Некоторые бюро переписи разработали собственные компьютерные программы для просмотра карт и распространяют их со своими продуктами, представляющими данные переписи. Однако техническая поддержка 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, позволяющие производить собственные приложения или включать функции ГИС в другие программные продукты (например, электронные таблицы или приложения баз данных).

6.72. В качестве альтернативы в настоящее время существуют несколько бесплатных пакетов программ для составления карт, которые могут распространяться вместе с базами данных (подробная информация приводится в главе III).

6.73. 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 ArcGIS Explorer, выпущенный фирмой ESRI (г. Редландс, штат Калифорния, США). Программа ArcGIS Explorer представляет собой картографический интерфейс для данных, созданных с помощью пакета программ ArcGIS.

6.74. Интерфейс ArcGIS Explorer очень прост в использовании, а система обеспечивает основные функции для составления тематических карт, которые могут быть экспортированы как растровые изображения или метафайлы Windows. ArcGIS Explorer может считывать данные с локального жесткого диска или с CD-ROM-диска. На компьютерах с доступом в Интернет можно также показывать данные, находящиеся на удаленном веб-сайте. Несмотря на ограниченные аналитические функции, система поддерживает разные типы запросов данных (диалоговый или с помощью команд, подобных SQL) и согласование адресов.

6.75. Документация динамического атласа переписи 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 излишней технической терминологии ГИС. Поскольку такие пользователи вряд ли будут использовать базу данных для более сложных приложений, акцент в документации должен быть перенесен с технических географических деталей на атрибутивную информацию.

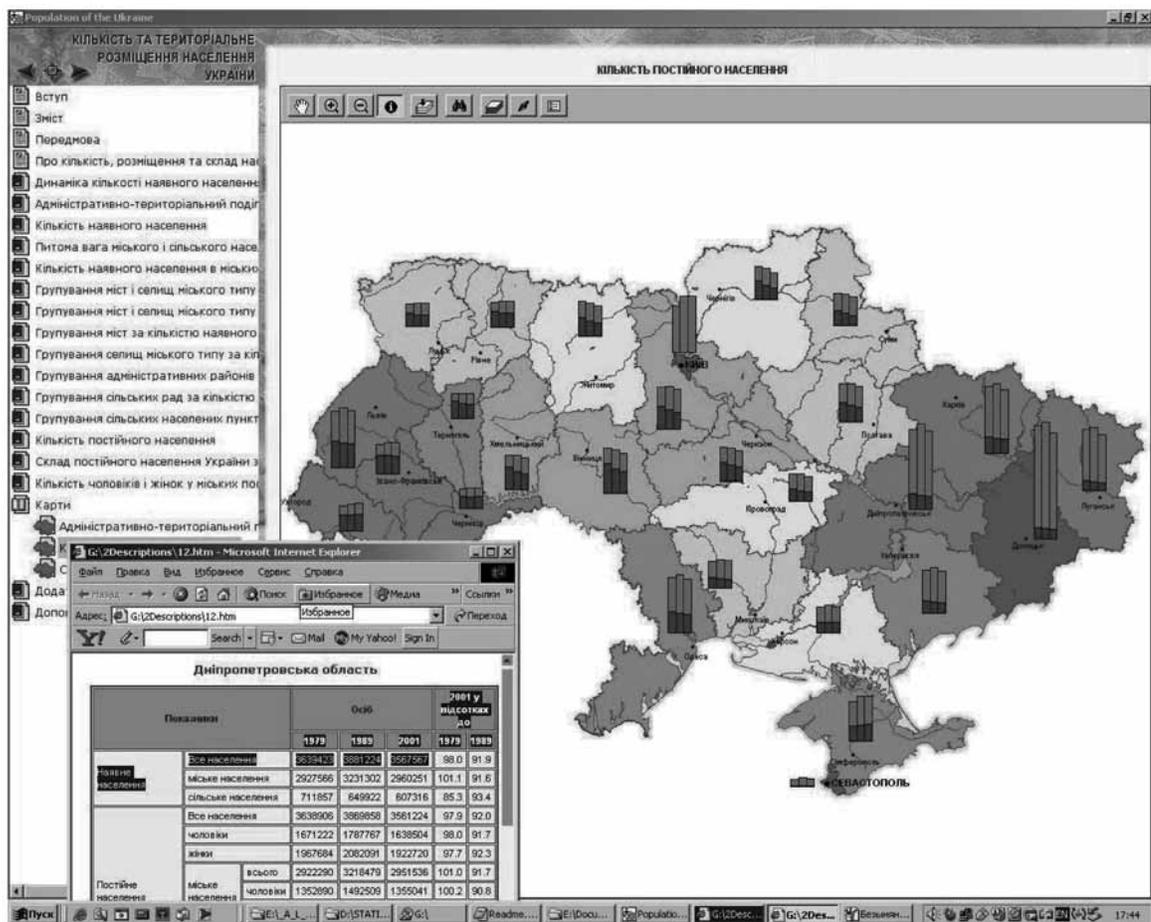
6.76. Рисунок VI.4, подготовленный Государственным статистическим комитетом Украины, иллюстрирует использование статистических и графических элементов в презентации в форме единой карты.

#### d) Методы пространственного анализа

6.77. Хотя пространственный анализ иногда используется на этапе регистрации (формирование кластеров, например, может помочь в определении жилых единиц, которые необходимо обойти), основной сферой применения пространственного анализа являются продукты и услуги переписи. Разнообразные методы, такие как буферизация, линейная интерполяция, анализ точечных образцов и картограммы, предлагают набор функций, лежащий далеко за пределами стандартных тематических (хороплетных) карт, при этом боль-

Рисунок VI.4

## Экранное изображение динамического атласа Украины



шее число программных инструментов сегодня имеется как в коммерческих, так и в бесплатных пакетах программного обеспечения.

6.78. В основе применения новых методов пространственного анализа лежит допущение о том, что имеются данные о населении с более высоким уровнем «зернистости» (или пространственной детализации), чем на прежнем уровне, то есть на уровне СУ, кластеров населения или других малых уровней. Если аналитики или другие пользователи ГИС хотят проанализировать пространственное распределение населения или демографические или иные отмеченные на карте переменные величины в соотношении с другими величинами, они сегодня могут воспользоваться широким спектром методов — от простых запросов до измерения или преобразования данных, описательных резюме и моделей.

6.79. В работе Лонгли и др. (Longley and others, 2005) пространственный анализ определяется как набор методов, результаты которых меняются при изменении местоположений анализируемых объектов. Пространственный анализ иногда называют «сердцевиной ГИС», поскольку он включает методы по превращению данных в информацию. Он может использоваться для ответов на такие вопросы, как: «какова пространственная взаимосвязь между X и Y?»; «где можно найти аналогичные характеристики?»; «можно ли найти модель для описания общей закономерности и обнаружить отклонения от нее?».

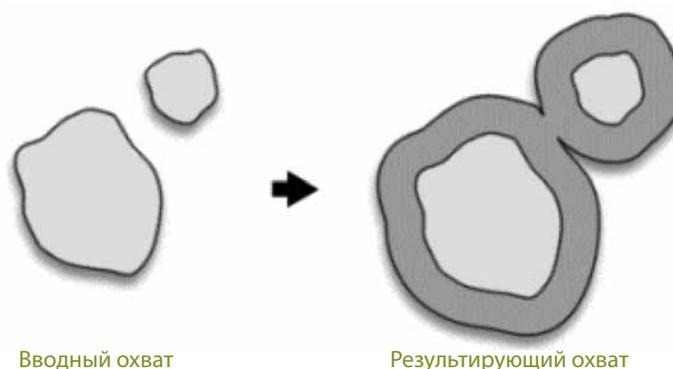
6.80. К некоторым наиболее распространенным формам пространственного анализа, которые особенно актуальны для применения к данным по населению, относятся:

- «Запросы» считаются основной аналитической операцией. Запросы используют программу ГИС для ответов на простые вопросы, которые ставит пользователь, без внесения изменений в базу данных и без получения новых данных. Часто запрос — это первый шаг в анализе, когда делается попытка создать подгруппу единиц, таких как населенные пункты с определенными характеристиками, что дает возможность пользователю проверить, насколько типичным данное наблюдение является по отношению к другим наблюдениям. Примером запроса с применением геокодированных данных переписи может служить следующий запрос: «выбрать все населенные пункты городского типа с населением свыше 1 000 человек». Затем можно составить резюме атрибутов таких городов для измерения, например, уровней рождаемости в них по сравнению с более мелкими поселками городского типа или деревнями, а результаты затем нанести на карту. Термин «разведочный анализ данных» обозначает исследования закономерностей и тенденций, наблюдаемых в данных, используя такие методы, как направление запросов.
- Параметрический анализ использует характеристики местоположения в отношении данных о населении, включая простые характеристики объектов, такие как длина, площадь или форма, а также взаимоотношения между парами объектов, такие как расстояние или направление для описания различных аспектов этих данных. Измерение расстояния легко осуществить с помощью всех программ ГИС, используя центроиды (или центральные точки) городов, поселков городского типа и деревень. С помощью анализа можно отобрать деревни, находящиеся на расстоянии свыше километра от школы, клиники или источника воды. Затем эти данные можно подвергнуть дальнейшему анализу, используя атрибутивную информацию по самим населенным пунктам.

6.81. В первых двух примерах по наборам данных были направлены запросы или проведены измерения, однако в результате не было получено новых данных. Преобразования — это методы пространственного анализа, которые используют простые геометрические, арифметические или логические правила для создания новых наборов данных. Преобразования могут включать операции по превращению растровых данных в векторные, или набора координат GPS в маршрут или границу.

6.82. Из всех методов преобразования наиболее известным и важным является буферизация. Буферизация — построение нового слоя данных путем выявления новых областей, находящихся на определенном расстоянии от оригинала. Буферизация может проводиться по точкам, линиям и полигонам (рисунок VI.5) и может подвергаться взвешиванию по атрибутивным значениям. Буферизация может также применяться для моделирования времени передвижения путем, например, создания района охвата обслуживанием вокруг какого-либо объекта, такого как школа или клиника. Это дает параметр доступности, который можно нанести на карту в масштабе всей страны. Или данные по населению можно использовать совместно с другими наборами данных, такими как слой данных, показывающий территорию, которая под-

Рисунок VI.5

**Буферизация полигонального объекта**

вержена затоплению. В результате последующего анализа можно определить группы населения или населенные пункты, относящиеся к группе повышенного риска, которые могут стать целями программы мер по ослаблению последствий стихийных бедствий.

6.83. Другим примером преобразования является анализ точки в полигоне, который определяет, находится ли данная точка в пределах или за пределами определенного полигона. Такой анализ может использоваться для сравнения геокодированных центроидов деревень, лежащих в пределах или за пределами опасных зон, таких как полосы движения тропических штормов или зоны землетрясений. Анализ методом полигонального наложения предусматривает сравнение местоположений двух различных полигональных слоев данных. Например, границы двух административных районов можно сравнить для выявления ошибок в процессе регистрационных работ на местах.

6.84. Пространственная интерполяция — это метод пространственного анализа, предназначенный для заполнения данных, которые лежат между наблюдениями. Для оценки величин не вошедших в выборку объектов используются разнообразные методы, включая обратно пропорциональное расстоянию взвешивание и криггинг, которые базируются на первом законе Тоблера, согласно которому все близлежащие объекты имеют больше аналогичных признаков, чем объекты, расположенные дальше. В процессе криггинга общие характеристики поверхности моделируются для оценки отсутствующих элементов поверхности (для иллюстрации того, как контурные линии выводятся с помощью линейной интерполяции спутниковых изображений см. рисунок VI.6).

6.85. Полигоны Тиссена представляют собой пространственные объекты, которые используются для создания областей по точечным данным, исходя из расстояний между точками, расположенными в двумерном пространстве. Этот метод исходит из того, что величины не вошедших в выборку данных эквивалентны величинам точек выборки (для иллюстрации полигонов Тиссена см. рисунок VI.7).

6.86. Описательные резюме представляют собой пространственный эквивалент описательных статистических данных (таких, как среднее линейное и среднеквадратическое отклонение), которые отражают сущность данных, выраженных одной или двумя цифрами. «Центры населенных зон» — это двумерный эквивалент статистической медианной величины, который часто применяется для обозначения центра населенной зоны, используя средневзвешенное значение координат  $x$  и  $y$  населенных пунктов. Анализ точечного об-

Рисунок VI.6

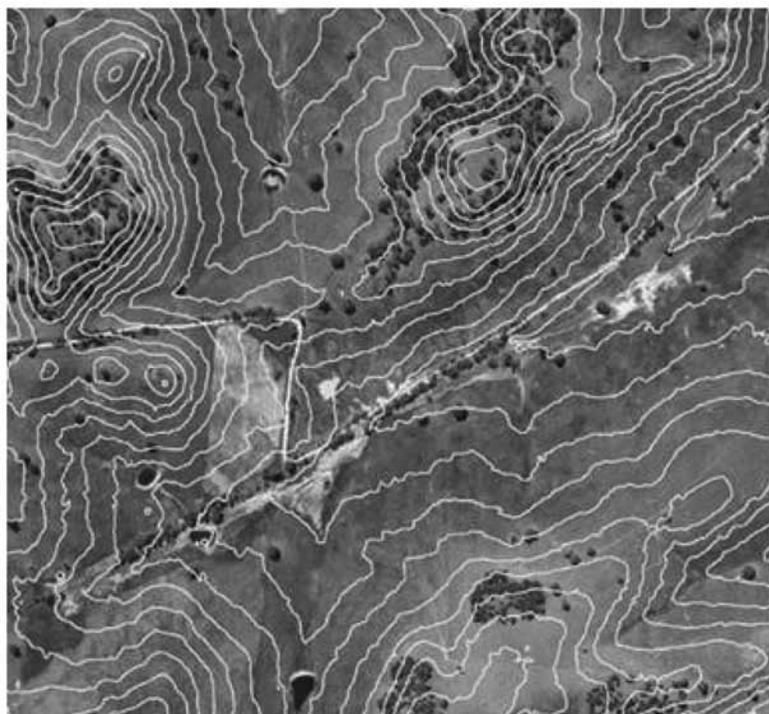
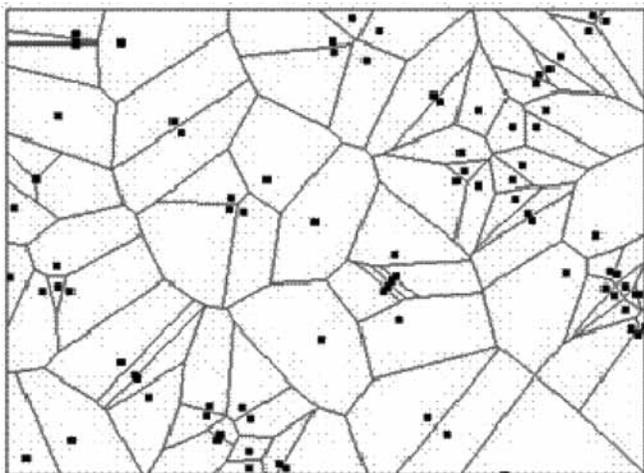
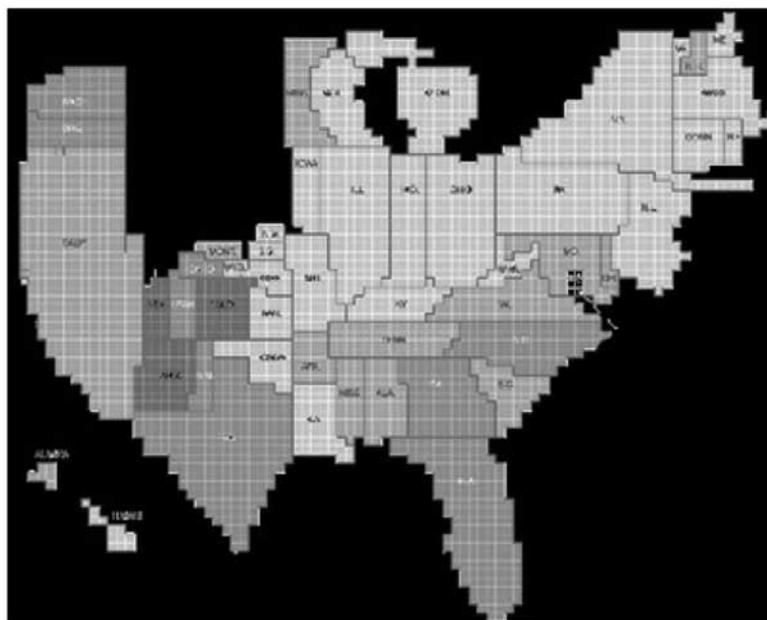
**Пример линейной интерполяции при создании контуров**

Рисунок VI.7

**Иллюстрация полигонов Тиссена**

раза, или кластерный анализ, касается распределения точек в пространстве независимо от их фактических местоположений для определения того, является ли закономерность распределения случайной, гнездовой или рассеянной. Статистика Морана (между 0 и 1) указывает на общие характеристики атрибутивных закономерностей и может применяться для выявления «горячих точек», где высокие величины находятся в окружении высоких величин, или «холодных точек», где низкие величины находятся в окружении низких величин. Этот метод особенно полезен также для определения групп населения, находящихся в группах повышенного риска.

Рисунок VI.8

**Пример картограммы**

6.87. Картограммы (см. рисунок VI.8) иногда применяются для графического изображения результатов переписи. В картограмме площади изначальных полигонов увеличиваются или уменьшаются в зависимости от их атрибутивных значений, таких как численность населения или поведенческие привычки во время голосования. Теперь аналитики могут получать скрипты или расширения от ESRI или других организаций (см., например, MAPresso на веб-сайте [www.mapresso.com](http://www.mapresso.com)) для создания картограмм, используя их полигональные слои.

**е) Вопросы составления и публикации тематических карт:  
типы выпускаемых карт**

6.88. По завершении переписи статистическая организация создает 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.
- 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 бюро переписи, или по договору внешнего подрядчика в другой типографии.
- Ассортимент публикуемых атласов переписи населения охватывает диапазон от небольших брошюр до универсальных атласов, содержащих десятки или даже сотни карт.

- В странах, где компьютеры получили широкое распространение, цифровые атласы результатов переписи населения, как указано выше, являются рентабельной альтернативой печатным версиям. Атласы переписи населения могут быть основаны или на стационарной предварительно подготовленной карте, или 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.
- Большинство карт может быть опубликовано как в Интернете, так и в бумажной форме. В этом случае выбор лежит также между стационарными картами, не отличающимися от других размещаемых 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 данных, 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 в них различных карт.

#### f) Картографические инструменты и компьютерные программы

6.89. Новое современное программное обеспечение ГИС значительно облегчило функции производства высококачественных карт. Тем не менее имеет смысл продолжать применять те же принципы дизайна, которые традиционно использовали картографы для создания визуально эффектных карт.

6.90. Первое поколение пакетов программ ГИС не могло 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, размер и стиль отдельными командами. Новое поколение картографических пакетов для персональных компьютеров значительно 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 систем в общем очень похож на интерфейс стандартных пакетов программ машинной графики, в которых пользователь может выбирать стили посредством 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.

6.91. Функции картографического проектирования современных настольных картографических пакетов и пакетов программ ГИС могут удо-

влетворить большинство потребностей пользователя. Однако для некоторых приложений профессиональные картографы предпочитают экспортировать основу карты из ГИС и импортировать ее или в электронную систему графического макетирования, или в настольную издательскую программу, или в пакет графических программ. Эти пакеты программ обеспечивают выполнение сложных графических функций, таких как изображение скрытых элементов поверхности, полутонные заливки или изображения на прозрачной подложке, которые позволяют картографу проявлять большую гибкость в проектировании. Для копирования данных из ГИС в графический пакет программ можно использовать два варианта. Первый состоит в использовании стандартного действия «вырезать и вклеить» операционной среды Windows. Второй заключается в переходе через промежуточный файл в стандартный формат, который может быть импортирован пакетом графических программ. Описание вариантов выходных данных дается ниже.

## 7. Возможности выходных данных: цифровые файлы

6.92. Ниже рассматриваются различные форматы распространения цифровых файлов. Аналитики должны быть в курсе различий между форматами распространения, или графическими форматами (которые являются готовыми форматами издательского качества), и форматами данных (которые являются более «сырым» форматом).

6.93. Все пакеты ГИС и графических программ дают возможность 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 диаграмма из статистического программного пакета могут быть экспортированы в графический программный пакет, в котором проектируется окончательный макет страницы. Готовая графика может быть импортирована в компьютерные программы обработки текста для включения в доклад или публикацию. Основная часть графики в настоящем *Руководстве* была получена именно этим способом. Графические файлы могут быть помещены на веб-сайтах в виде стационарных картографических изображений, и ими можно обмениваться по электронной почте посредством файловых приложений.

6.94. 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 микроскопических точек (пикселей), расположенных в узлах регулярной сетки. Для графических изображений фотографического качества используются непрерывные цветовые тона или непрерывные градации серого цвета. Более дискретные объекты, типичные для тематических карт, обходятся для своего показа меньшим разнообразием цветов.

6.95. Форматы векторной графики представляют графические объекты в виде точек, линий и площадей, опираясь на системы внутренних координат, которые могут быть или машинно-независимыми, или 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 полигонов. Независимо от того, используется ли растровый или векторный формат графики, информация

может быть показана на экране или выведена на печатающее устройство 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.

6.96. Ниже дается краткое описание наиболее часто используемых файловых форматов. Поскольку существуют десятки разных форматов, этот список никоим образом не может претендовать на полноту.

#### а) Векторные форматы данных

6.97. Векторные форматы файлов более тесно связаны с векторными данными ГИС. Они могут в более компактном виде представлять данные, описывающие линии или полигоны, 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. Среди Windows-приложений WMF является одним из наиболее стабильных форматов для экспорта и импорта графических файлов. WMF является также одним из форматов, используемых Windows для копирования графических объектов в другие приложения через буфер обмена.
- **VML.** Язык векторной разметки (VML) — язык XML, используемый для создания векторной графики. В 1998 году корпорации Microsoft, Macromedia и др. предложили VML в качестве стандарта консорциума всемирной паутины (W3C), однако он был отклонен как веб-стандарт, поскольку компании Adobe, Sun и ряд других внесли конкурирующее предложение, известное как PGML. Эти два стандарта были объединены для создания формата SVG (масштабируемой векторной графики). Даже несмотря на то что этому формату было отказано в принятии в качестве стандарта W3C и его в большинстве случаев игнорируют разработчики программ, корпорация Microsoft тем не менее включила VML в свой браузер Internet Explorer 5.0 и последующие версии и в офисный пакет Microsoft Office 2000 и последующие версии. Программа Google Maps в настоящее время использует формат VML для выдачи векторных данных при работе с браузером Internet Explorer 5.
- **CGM.** Метафайлы машинной графики используются в качестве международного стандарта для хранения двумерных 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, первоначально использовавшийся для перьевых графо-

строителей. До появления крупноформатных струйных и электро-статических принтеров перьевые графопостроители были наиболее широко распространенными устройствами вывода для проектов ГИС, требующих распечатки карт больших форматов.

- **DXF.** Формат обмена чертежами (DrawingXchange Format) разработан фирмой Autodesk, производящей компьютерные программы и специализирующейся в разработке систем автоматизированного проектирования (САПР) и компьютерных программ ГИС. Хотя первоначально этот формат проектировался для передачи собственных файлов фирмы 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 оборудование с разными платформами. Иногда невозможно импортировать даже 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 файл PostScript будет отправлен на принтер, то распечатается настоящее содержимое файла PostScript. Поскольку файлы PostScript не зависят от масштаба, размеры импортированной PostScript-графики можно менять так, чтобы заполнить нужную часть страницы [информацию по формату PDF (формату переносимых документов) см. пункт [6.102](#), ниже].

## **b) Форматы растровых изображений**

6.98. Растровые изображения могут быть созданы непосредственно в ГИС или в пакетах графических программ. В некоторых случаях бывают полезны два других варианта создания изображений. Один из них использует команду запоминания содержимого экрана, имеющуюся в пакетах графических программ, ориентированных на растровый формат. Эти средства захвата экранного изображения иногда лучше сохраняют первоначальные цвета экрана, чем это делают функции экспорта ГИС или пакетов графических программ. Другой вариант состоит в использовании специализированных компьютерных

программ или специального оборудования для преобразования 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.

6.99. Размер файла зависит от двух факторов: количества 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 мониторы высокого класса или форматы, которые используют 24 или 32 бита на пиксел, могут поддерживать более 16 млн. цветов. Для тематической карты обычно достаточно сравнительно небольшого количества цветов. Для фотоснимков или графических изображений фотографического качества более полезным будет 16- или 24-битный формат изображения.

6.100. Большинство форматов изображения используют какую-либо форму сжатия для уменьшения размера файла. Простейшая схема сжатия — кодирование длинами отрезков. Эта процедура используется также в некоторых растровых ГИС. Если в строке изображения много пикселов одного цвета, то система запоминает количество 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.

6.101. Некоторые стандартные форматы растровых файлов:

- **BMP.** Аппаратно-независимый битовый (DIB) формат Microsoft Windows. Он позволяет Windows выводить растровый образ на практически любые типы мониторов. 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 количество цветов и 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, завершилось 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 в то же время удовлетворяет стан-

дартным техническим требованиям TIFF. GeoTIFF поддерживается большинством основных поставщиков ГИС, а также правительственными и научно-исследовательскими организациями.

- **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 веб-браузерами. Большинство нефотографических растровых изображений на веб-страницах даются в GIF-формате.
- **JPEG.** Этот формат был разработан Объединенной группой экспертов по машинной обработке фотоизображений в качестве схемы сжатия для изображений с очень большим количеством цветов или градаций серого, таких, например, как фотографии или графические изображения фотографического качества. Формат JPEG поддерживается также веб-браузерами и используется для показа фотоснимков на веб-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. Новый формат JPEG 2000 в настоящее время поддерживается новыми программными пакетами ГИС.
- **PNG.** Формат файлов PNG (переносимой сетевой графики) был создан в качестве бесплатного и находящегося в открытом доступе приемника файлового формата GIF. Формат PNG поддерживает истинный цвет (16 млн. цветовых оттенков), в то время как формат GIF допускает использование лишь 256 цветов. Формат PNG оптимален в тех случаях, когда в изображении присутствуют большие площади одного цвета. Формат PNG «без потери качества» наиболее пригоден для редактирования изображений, в то время как форматы «с потерей качества», такие как JPG, лучше всего использовать для окончательного распространения изображений фотографического типа в силу меньшего размера файла. Многие более старые версии браузеров еще не поддерживают файловый формат PNG; однако с момента выпуска браузера Internet Explorer 7 все популярные современные браузеры полностью поддерживают формат PNG. Чересстрочная функция Adam7 позволяет осуществлять предварительный просмотр даже после передачи лишь небольшой процентной доли изображения. Консорциум OpenGIS ([www.opengis.org](http://www.opengis.org)) рекомендовал новый язык географической разметки (GML), который в настоящее время внедряется (для получения более подробной информации см. [www.opengeospatial.org/standards/gml](http://www.opengeospatial.org/standards/gml)).
- **DGN.** Формат файлов проектов MicroStation (.dgn) в настоящее время используется разработанными компанией Bentley программными пакетами Modular GIS Environment (MGE) и Geographics GIS. Этот формат не поддерживает атрибутивные данные, однако предоставляет каналы выхода на внешние таблицы баз данных. Отдельный фор-

мат экспортирования комбинирует географические и атрибутивные данные.

6.102. Форматом документов, который, пожалуй, является уникальным с точки зрения того, что он не подпадает ни под векторную, ни под растровую категорию форматов данных, но при этом весьма широко применяется, является формат PDF.

- **PDF.** Этот формат переносимых документов 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 для печатающего устройства программы Adobe Acrobat. Программу чтения PDF можно бесплатно загрузить с веб-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.

### c) Форматы данных ГИС

6.103. Существуют разнообразные форматы для распространения пространственных данных в более «сыром» виде для профессиональных пользователей ГИС и специалистов по пространственному анализу. Они включают форматы для географических координатных данных, а также для данных в форме таблиц, которые могут объединяться или увязываться друг с другом, как атрибуты с пространственными данными в ГИС.

### d) Координатные данные

6.104. Пакеты компьютерных программ ГИС существенно различаются между собой форматами данных, которые они поддерживают. Каждый коммерческий программный пакет 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. В большинстве случаев коммерческие программы одних производителей могут читать программы других производителей.

6.105. Несмотря на некоторые усилия, предпринятые коммерческими компаниями и общественными группами, работающими в сфере геопространственных технологий (для получения информации о текущих дискуссиях по формату данных GML см., например, [www.opengis.org](http://www.opengis.org)), пока еще нет общепризнанного и широко используемого непатентованного или находящегося в открытом доступе формата обмена данными ГИС. Вместо этого несколько форматов обмена, разработанных ведущими поставщиками программ ГИС, стали де-факто стандартами, которые поддерживаются и другими системами компьютерных программ. Ниже приводятся наиболее важные из них:

- **Экспортный формат Arc/Info (.e00)** был создан в качестве формата межплатформенного обмена для базы данных ГИС Arc/Info, разработанной в Институте исследования экологических систем (ESRI). Экс-

портируемые файлы могут быть сжаты для уменьшения их размера. Однако для обеспечения максимальной совместимости обычно лучше использовать исходный экспортный формат. Выходные файлы затем могут быть сжаты с помощью стандартной программы сжатия и архивации, такой, например, как PKZIP. Формат (.e00) не опубликован, но многие другие пакеты программ ГИС имеют возможности его импорта.

- **Файлы форм ESRI (.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 файлов географических баз данных** является новым рекомендуемым собственным форматом данных, используемых с программой ArcGIS. Файлы баз геоданных хранятся в папках в системе файлов и предназначены для поддержки полной информационной модели базы геоданных, включая топологии, растровые каталоги, наборы сетевых данных и локаторы адресов. Каждый файл в формате файлов баз геоданных может достигать размера в 1 терабайт. В базах геоданных на персональных компьютерах используется файловая система Microsoft Access (.mdb), и файлы могут достигать 2 гигабайт. Файлы базы геоданных также используются подсистемой пространственных баз данных ArcSDE.
- **Формат KML поисковой системы Google** (язык географической разметки Keyhole) основан на языке XML и предназначен для обозначения географических аннотаций и визуализации имеющихся или будущих онлайн-карт (двумерных) и браузеров программной среды Earth (трехмерных). Формат KML был изначально разработан для работы с программами Keyhole компании-предшественника, которая была поглощена компанией Google в 2004 году. Файл KML определяет набор объектов (маркировочных точек, изображений, полигонов, трехмерных моделей, текстовых описаний и т. д.) для отображения в браузерах Google Earth, Maps и Mobile или в любом ином браузере программной среды 3D Earth (геобраузер), используя кодирование KML. Каждое место всегда имеет широту и долготу. Другие данные могут обеспечить конкретизацию параметров просмотра, таких как наклон, направление, высота, которые совместно определяют как поле зрения камеры. Файлы KML очень часто рассылаются как файлы KMZ, что означает архивированные файлы KML с расширением .kmz (по формату GML см. пункты [6.101](#) и [6.105](#), выше).
- **Формат обмена MapInfo (.mif)** используется для обмена файлами, произведенными с помощью MapInfo — ведущей настольной картографической системы. Файлы MIF записываются в формате ASCII и могут быть прочитаны многими программами.
- **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.

6.106. 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. Бюро переписи должно проводить выпуск общедоступной географической базы данных в нескольких форматах для обслуживания широкого круга пользователей с разной степенью владения ГИС, пользующихся разными компьютерными платформами. Выбор форматов распространения должен быть основан на информации о том, какая из картографических систем наиболее популярна среди пользователей данных переписи, и на сведениях о гибкости и надежности каждого формата данных.

6.107. Распространение данных ГИС в их собственном, внутреннем формате (например, в виде каталога, содержащего 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 доступа, а пакеты программ ГИС обычно не могут импортировать данные в собственных форматах других ГИС. Таким образом, всегда предпочтительнее использовать устойчивые форматы обмена данными, как это и делается в большинстве коммерческих пакетов программ ГИС.

#### e) Табличные данные

6.108. Разработка нового программного обеспечения ГИС снизила роль функции импорта таблиц в пользу реляционных баз данных, таких как Oracle и Access. Большинство пакетов ГИС по-прежнему поддерживают несколько форматов файлов атрибутивных данных. Некоторые из них, кроме того, поддерживают функции, соединяющие базы данных координат 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 (.dbf), который поддерживается большинством пакетов управления базами данных и электронных таблиц, так же как и пакетами программ составления таблиц переписи населения, такими как REDATAM (поиск данных переписи населения для небольших районов при помощи микрокомпьютеров) и CSPro (система обработки данных переписей населения и обследований) — пакета инструментов демографического анализа, которые предоставляются бесплатно со стороны Бюро переписи США. Формат значений, разделенных запятыми (.csv), также используется для таблиц и не различается у разных поставщиков.

6.109. 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 подробное 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.

## D. Печать

### 1. Обзор

6.110. Для распечатки небольших материалов или копий для контроля качества печати бюро переписи должно иметь в наличии один или несколько принтеров. Технологии печати постоянно совершенствуются, а ассортимент поставляемых продуктов очень велик. Для выбора подходящих принтеров бюро переписи 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 количество цветов или градаций серого цвета, которые могут быть воспроизведены;
- размер носителей;
- поддерживаемые типы носителей (обычная бумага, бумага со специальным покрытием, диапозитивы и т. д.).

### 2. Типы принтеров

6.111. Ниже дается описание наиболее популярных типов принтеров (для большинства потребностей НСО оптимальным вариантом с точки зрения рентабельности и надежности является лазерный принтер, но имеются и другие варианты):

- **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. Затем тонер переносится на страницу и фиксируется. Процесс, сходный с электростатическим фотокопированием, используется для переноса изображения с барабана на бумагу. На монохромных лазерных принтерах достигается качество печати, близкое к качеству печати на профессиональных шрифтонаборных системах. Цены на цветные лазерные принтеры уже позволяют их использование в большинстве графических сфер применения.
- **Струйные принтеры** осуществляют печать выходных данных, выпуская 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 струей 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 наивысшего возможного качества печати обычно рекомендуется использование бумаги с особым 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 данных.

- **Термографические принтеры** требуют специальной бумаги и лент, покрытых чернилами, перемещаемых относительно термопечатающей головки. Чернила плавятся на бумаге в тех местах, где термопечатающая головка их нагревает. Цветные ленты покрыты тремя [голубой, пурпурный, желтый (СМУ)] или четырьмя [голубой, пурпурный, желтый и черный (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.
- **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 наплавляется на бумагу. Другой электростатический процесс — это цветное ксерографирование. Данный процесс использует барабан или ленту, поверхности которых заряжаются при их освещении.

6.112. Многие черновые карты не надо печатать в цвете. Ведь черно-белые карты небольшого формата легче фотокопировать. Лазерные принтеры поддерживают печать на бумаге форматом А4 и Letter и сочетают быструю печать с очень высоким разрешением (600 dpi и более). Они идеальны для печати докладов и других документов, которые содержат в основном текст с небольшим числом графических иллюстраций и карт.

6.113. 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/Letter до крупноформатных принтеров, например с форматом 60 × 90 см или 24 × 36 дюймов. Эти принтеры производят высококачественные карты с разрешением 600 dpi. Скорость печати струйных принтеров все еще сравнительно низка.

6.114. Основным фактором при выборе наиболее подходящего для проекта ГИС принтера остается его стоимость. Надо иметь в виду, что цена принтера — это лишь одна составляющая его стоимости, причем часто сравнительно небольшая. Несмотря на то что цены на принтеры 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.

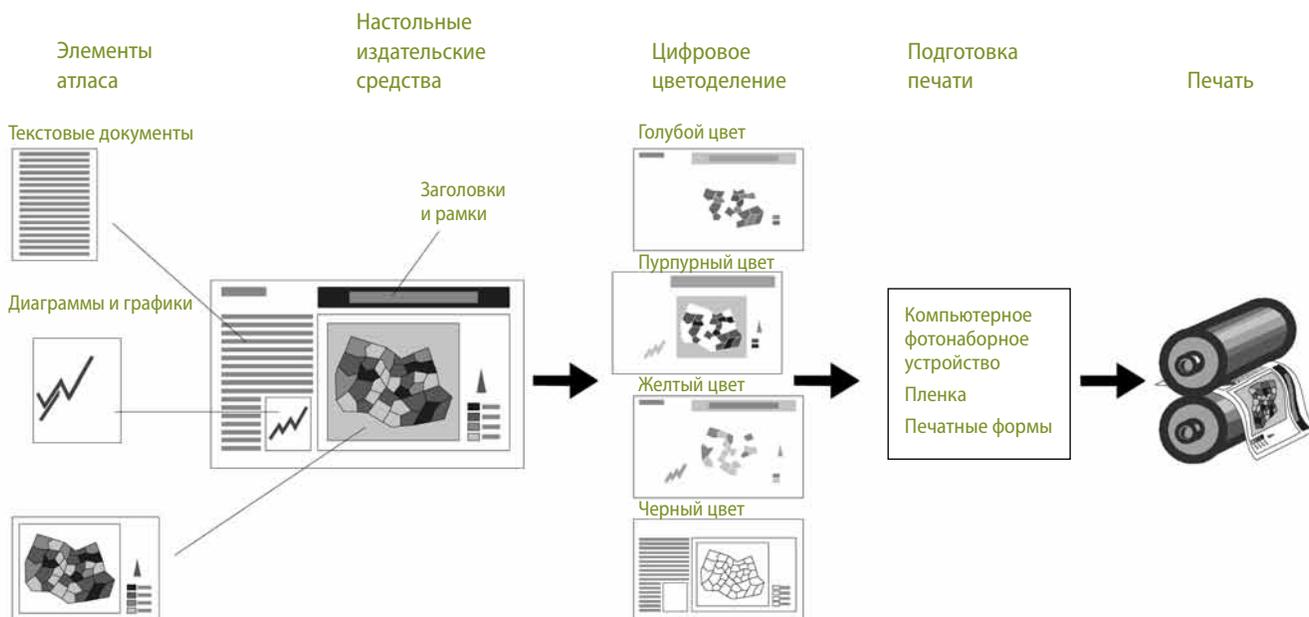
### 3. Промышленная печать

6.115. Для больших объемов печатных работ персональные принтеры обладают слишком малой скоростью, при этом у них достаточно высока стоимость печати страницы. Брошюры, плакаты или атласы переписи населения следует поэтому печатать в типографии учреждения или в коммерческой типографии. 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 по-прежнему остается и дешевле, и производительнее, чем цифровая печать.

6.116. 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 VI.9. После начальной стадии планирования, во время которой определяется содержание текста, графики и карт, картографический персонал бюро переписи 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 бюро переписи создают текст, сопровождающий карты, таблицы, ссылки и другие текстовые материалы в стандартных текстовых процессорах.

6.117. На втором этапе все элементы атласа объединяются с помощью настольной издательской программы. Заголовки текстов, подрисовочные подписи, рисунки, тексты и графические элементы форматируются и сводятся в визуально

Рисунок VI.9  
Процесс цифровой печати



привлекательный макет, который должен точно соответствовать размерам страницы печатного продукта. Эта работа может быть выполнена в самом учреждении либо заказана по внешнему подряду или во внешнем бюро обслуживания. При принятии решения о том, использовать ли внешний подряд, следует учитывать качество, стоимость и тираж необходимых копий, а также сроки.

6.118. 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 — по одной 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, печатающее на пленке, на основе которой изготавливаются печатные формы. Использование цифровых файлов для печати на пленке 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 установлена и проверена, обычно желательно, прежде чем начать изготовление печатной продукции, получить и оценить цветопробу печатающего устройства. Многие поставщики печатного оборудования и программного обеспечения также предоставляют обширную информацию и другие ресурсы на своих веб-сайтах.

## **Е. Цифровые географические данные, предназначенные для распространения**

6.119. Усложнение функций программного обеспечения и всемирное использование Интернета сделали осуществимым распространение географических данных в цифровой форме. Спрос на цифровые базы данных, содержащие выборки из эталонной цифровой географической базы данных бюро переписи, будет постоянно возрастать. Сведения о результатах переписи населения — это важный вклад в планирование политики и 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.

6.120. Прогресс в обработке данных и ГИС означает, что создание географической базы данных на уровне счетных участков или аналогичном разукрупненном уровне становится все более доступным для многих национальных статистических организаций. Для удовлетворения потребностей пользователей НСО должны применять стратегию распространения цифровых данных. НСО должны рассмотреть издержки и преимущества предоставления данных на столь детализированном уровне.

6.121. К некоторым преимуществам относятся: непревзойденная детализация и точность; потенциальная возможность использования данных переписи населения в многочисленных прикладных областях, особенно если они наложены на другие географические данные, например рельеф местности; сравнительная простота управления и хранения тысяч единиц данных.

6.122. К некоторым издержкам относятся стоимость обработки данных и управления ими, возможные проблемы разглашения информации и контроль качества. Публикация результатов переписи на уровне единиц сбора данных может внести неожиданные ошибки в процесс. Распространение географических данных должно всегда сопровождаться метаданными, при этом стоимость составления метаданных должна также учитываться в формуле расчета расходов.

6.123. Одним из альтернативных вариантов публикации и распространения базы данных счетных участков является создание производного продукта на аналогичном уровне детализации.

## 1. Стратегии распространения цифровых географических данных для выхода на потенциальных пользователей

6.124. Как отмечалось выше, НСО должна рассмотреть издержки и преимущества более широкого распространения данных при планировании своих продуктов и услуг. Наличие широкого круга потенциальных пользователей разукрупненных данных переписи означает, что бюро переписи должно придерживаться стратегии многоуровневого распространения цифровых данных. В общих чертах различают следующие типы пользователей:

- Продвинутые пользователи ГИС могут легко работать с крупными наборами данных и использовать протокол ftp (протокол передачи файлов) для доступа к ним. Им требуются обширные метаданные. Часто продвинутые пользователи хотят сочетать данные о результатах переписи населения по малым районам с данными собственных ГИС, например о медицинских учреждениях, школьных округах или зонах сбыта. Иногда этих пользователей называют корчевателями данных или квалифицированными пользователями. Они обычно желают получить доступ к пространственной и атрибутивной информации в комплексном цифровом географическом формате. Бюро переписи должно предоставлять всеобъемлющую документацию (см. [раздел F главы III](#) по формированию метаданных) по тем географическим параметрам, которые использовались в географической базе данных, а также об отдельных переменных величинах переписи. Пространственная информация должна распространяться в открытом географическом формате, который легко преобразовать в любое количество коммерческих форматов ГИС.
- Пользователи в государственном, промышленном или частном секторах, обладающие навыками пользования компьютером, хотят иметь возможность просматривать пространственно соотнесенную тематическую информацию в базе данных результатов переписи. Им, вероятно, потребуется составлять тематические карты и, следовательно, возможность выполнять простые манипуляции с картографическими параметрами. Кроме того, им должны быть доступны простые аналитические функции, такие как агрегирование счетных участков по специально сформированным единицам территории. Этой груп-

пе пользователей лучше всего подходит комплексный, заранее сформированный прикладной материал, предназначенный для любого коммерческого или находящегося в свободном доступе настольного программного картографического пакета. Требования к документации в этом случае несколько проще, и пользователи вряд ли будут вносить изменения в географические параметры базы данных или осуществлять какие-либо сложные операции ГИС.

- Начинаящие пользователи в основном хотят видеть предварительно подготовленную карту на компьютере и, возможно, получить ответ на некоторые базовые запросы. Для этой группы пользователей наилучшая стратегия распространения данных — создание автономного цифрового атласа результатов переписи. Атлас может включать серию стационарных картографических изображений, например слайд-шоу. 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 распространять по каналам Интернет.

#### *a) Определение состава данных*

6.125. Первым шагом в подготовке баз данных ГИС для широкой публикации является определение состава данных для распространения. НСО необходимо спланировать выпуск отдельных наборов данных, однако не тех оперативных данных, которые использовались для внутренних целей управления базой данных. Одной из главных причин данного требования является то, что разделение этих двух видов данных позволит НСО продолжить процесс ведения и обновления своих внутренних данных на постоянной основе. Для целей распространения данных необходимо решить ряд вопросов, изложенных ниже.

##### *i) Данные какого уровня издавать?*

6.126. Чтобы максимизировать суммарные преимущества от сбора данных переписи, целью бюро переписи должно быть издание географически соотнесенных данных переписи на самом низком уровне, который не создает проблем разглашения личной информации или статистической надежности. Даже на уровне СУ 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 перекодированы.

##### *ii) Что выбрать: одну большую базу данных ГИС или семейство баз данных переписи?*

6.127. При применении режима высокого разрешения база данных ГИС переписи населения будет состоять из тысяч отчетных единиц. Такие объемы данных находятся за пределами вычислительных возможностей среднего пользователя. Кроме того, НСО следует принимать во внимание физический размер файлов данных и воздействие на серверы операций по скачиванию файлов. Например, на скачивание файла данных размером в 3 гигабайта с помощью 56-килобайтного сервера потребуется около 3 дней.

6.128. Вместо распространения одной большой базы данных бюро 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 СУ. Кроме того, могут понадобиться индивидуальные базы данных по крупным городским агломерациям.

6.129. 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 включать по крайней мере 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 в идеале должна быть доведена до уровня отдельных деревень. На уровне деревень база данных может основываться на географическом справочнике названий населенных пунктов и местностей, если такая информация собиралась во время подготовительных мероприятий на местах до начала регистрации.

6.130. Предлагая базы данных по более мелким подразделениям страны, можно облегчить использование этих данных. Многим пользователям нужна информация о результатах переписи только в пределах сравнительно небольшого района, обычно их собственного. Для пользователей ГИС со средними вычислительными возможностями проще будет обрабатывать подразделы 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 доступны по средствам большему числу некоммерческих пользователей.

6.131. Если публикуются отдельные базы данных, следует позаботиться о том, чтобы отдельные части или элементы этих баз данных были совместимы. Это означает, что общие границы между территориями, описываемыми разными разделами 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 атрибутов данных. Если эталонная база данных, используемая бюро переписи, излишне детализована, для некоторых пользователей данных было бы удобно иметь также доступ к более обобщенной версии цифровой карты переписи. Некоторые страны предлагают цифровые карты переписи с разными номинальными масштабами карты или с разной точностью координат. Для пользователей, требующих очень высокой точности и детализации, плата может быть выше.

6.132. Многие коммерческие производители данных ГИС поставляют их в координатах широта/долгота (то есть географических координатах), а не в какой-нибудь специальной проекции. Географические координаты являются наиболее общей системой отсчета и могут быть легко преобразованы в другие проекции, если пользователь желает применять границы счетных участков переписи в сочетании с другими слоями данных. Наоборот, отдельные национальные проекции и координатные системы могут не поддерживаться компьютерными программами ГИС. В этом случае пользователи столкнутся с

проблемами при применении базы данных переписи населения в компьютерных приложениях по географическому анализу.

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

6.133. Базы данных ГИС результатов переписи населения характеризуются большим числом атрибутивных полей данных. Опросные листы переписи населения предоставляют информацию, которая может храниться в сотнях полей переменных величин. Обычно неразумно хранить все эти данные в одной и той же таблице. Лучше оставить небольшое число наиболее важных индикаторов 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. Важно еще раз подчеркнуть необходимость согласованного кодирования для того, чтобы различные территориальные единицы имели единообразную и уникальную идентификацию.

iv) *Какой объем метаданных следует предоставлять?*

6.134. Хотя составление метаданных и документации по ним абсолютно необходимо при любой публикации данных, конкретный объем необходимой информации варьирует между различными пользователями. Одно из важнейших различий необходимо проводить между внутренними пользователями, которым требуются обширные метаданные, и внешними пользователями, которым обычно требуются менее подробные метаданные. См. раздел далее в этой главе, а также предшествующие разделы (более подробная информация о метаданных приводится в [главе II](#) и [разделе F главы III](#), выше, и в пунктах [6.137–6.139](#), ниже).

b) *Соглашение об именах файлов*

6.135. Хотя каждая из операционных систем — Windows, Macintosh, UNIX и LINUX — поддерживает длинные имена файлов, все-таки разумнее следовать согласованным правилам системы DOS 8.3 (то есть ограничивать имена 8 символами), касающимся имен файлов, для всех файлов данных и документации, предназначенных для распространения, и разработать внутренние стандарты обеспечения единообразия. Некоторые пользователи могут работать в системах DOS или Windows 3.1 или с более старыми пакетами компьютерных программ ГИС. При этом короткие имена файлов могут уменьшить несовместимость с более старыми сетевыми программами. Четко продуманные правила присвоения имен файлам, подробно объясненные в документации, позволят пользователям быстро находить нужные им данные.

c) *Сжатие*

6.136. Файлы ГИС могут быть очень большими по размеру, а вместе с табличными данными комплект распределяемых файлов может быть весьма объемным. Сжатие файлов очень облегчит распространение данных, особенно через Интернет либо на дискетах или CD-ROM дисках. Наиболее широко используемыми программами сжатия файлов в среде Windows являются служебные программы PKZIP и Winzip. Эти программы доступны на большин-

стве компьютеров. Служебные программы, которые могут извлекать файлы из сжатых архивов, существуют также и в операционной системе UNIX. Следует отметить, однако, что некоторые форматы, включая формат файлов базы геоданных, сжатию не поддаются. 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.

#### d) Документация, в том числе словари данных

6.137. Документация, которая будет сопровождать комплект распространяемых данных, не должна быть столь же полной, как информация, составленная для всех баз данных, разработанных в учреждении (см. главы II–V, выше). Простые текстовые файлы ASCII (read-me) способен прочитать любой пользователь. 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 бюро переписи поддерживает полную базу метаданных, то документация для конечного пользователя данных может быть составлена достаточно быстро. В документацию может быть включена следующая информация:

- имена наборов данных и справочная информация, в том числе 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; желателен также полный список всех отчетных единиц и их географических кодов;
- системные требования к компьютерным программам и оборудованию;
- общие принципы организации формата данных, распаковки и инсталляции;
- пространственно соотнесенная информация (все наборы географических данных должны находиться в одной справочной системе):
  - картографическая проекция 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 в цифровой форме;
  - информация о географической точности (например, может сообщаться любая имеющаяся количественная информация о точности исходных карт); если численная оценка качества данных невозможна, точность данных может быть описана в более общих терминах;

- напечатанные карты наборов данных ГИС являются полезным дополнением к документации, что дает, например, пользователю возможность проверить правильность осуществления импорта карты;
- согласованные правила обработки территориально расчлененных отчетных единиц;
- информация о родственных продуктах, например более детальных базах данных ГИС переписи населения или дополнительных файлах данных, которые могут быть использованы совместно с границами;
- библиография публикаций, имеющих отношение к переписи населения;
- контактная информация о том, куда пользователь может обратиться за технической помощью;
- отказ от ответственности, информация об авторском праве и т. д.

6.138. Кроме того, все комплекты данных ГИС должны сопровождаться словарем данных, который обеспечивает информацию о каждом конкретном слое данных ГИС или о таблице данных. Термин «словарь данных» является устаревшим и обозначает конкретные имена форматирования и полей данных в наборе. В этом словаре должны содержаться:

- имена и форматы файлов;
- типы объектов (точки, линии или полигоны);
- 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 в 2005 году) и точное используемое 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 согласованные данные подстановки 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.;
  - любая информация о качестве данных, которая позволяет пользователям судить о соответствии данных требованиям поставленной задачи.

6.139. 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.

#### е) Контроль и гарантия качества конечных продуктов данных

6.140. Как рассмотрено выше, 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 форме), каждая база данных должна быть проверена во всех конечных платформах (например, в операционных средах Windows, UNIX, Macintosh и LINUX).

6.141. Для многих пользователей наиболее подходящим средством для распространения больших наборов данных остается CD-ROM диск. CD-ROM может хранить до 700 МБ информации, а большинство компьютеров снабжены необходимым считывающим устройством. Устройства записи на CD-диски тоже достаточно дешевы, поэтому цифровые эталонные копии 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 аппаратных платформах.

6.142. Технология DVD (цифровой видео/универсальный диск) в некоторых областях вытеснила CD-ROM диски, при этом устройства записи на DVD становятся все более распространенными на персональных компьютерах. Современный односторонний стандартный DVD диск может хранить 4,7 гигабайта информации.

6.143. В долгосрочной перспективе большинство данных будут распространяться через Интернет. В настоящее время во многих странах 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 выделенный высокоскоростной доступ в Интернет.

6.144. Для бюро переписи распространение данных в Интернете существенно снижает стоимость тиражирования. Остальные затраты идут на разработку интерфейса компьютерных программ, ведение веб-сайта и увеличивающееся использование ресурсов веб-сервера. Географические базы данных переписи могут, таким образом, поставляться пользователю по очень низкой цене или бесплатно. Однако некоторые организации могут принять решение о взимании платы за данные, получаемые в онлайн-режиме. Одной из причин этого может быть перекрестное субсидирование программы публикации для пользователей, не имеющих доступа в Интернет, другой — стремление организации вернуть часть затрат на сбор и обобщение данных переписи.

## 2. Юридические и коммерческие вопросы

6.145. Ниже рассматриваются вопросы, касающиеся производства, географических данных и прав собственности на них, которые должны рассмотреть НСО. К этим вопросам относятся авторские права на данные, выбор оптимального соотношения между коммерческим использованием географических данных и финансовой ответственностью.

### а) Авторское право на данные

6.146. Авторское право — это эксклюзивное и гарантированное законом право на публикацию, воспроизведение или продажу определенного результата работы, в данном случае — цифровой географической базы данных. Поскольку цифровые данные легко воспроизводятся, вопросы авторского права являются более важными для географических баз данных, чем для бумажных карт. Следовательно, бюро переписи должно разработать политику доступа как к табличной, так и к картографической информации переписи населения.

6.147. Авторское право включает две сферы — моральные и имущественные права. Моральные права обеспечивают защиту целостности результатов работы, запрещая любые изменения первоначального продукта. Имущественные права означают право на получение любых денежных выгод после того, как продукт передан для воспроизведения, использования или изменения. Любые привилегии, уступаемые владельцем авторского права, должны быть оговорены в лицензионном соглашении.

6.148. Вопросы авторского права связаны с ценовой политикой относительно цифровых конечных продуктов. Бюро переписи имеет несколько возможностей при выборе ценовой стратегии для цифровых пространственных данных. Бюро может принять решение:

- 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 фактические капиталовложения в ГИС и затраты на создание данных.

### б) Выбор оптимальной стратегии коммерциализации географических данных

6.149. Законы, регулирующие авторское право, отличаются в разных странах. Одной из крайностей является положение, когда некоторые правительства не обладают никакими авторскими правами 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 географические данные, произведенные государственными организациями, распределяются бесплатно или по себестоимости воспроизведения. Любые коммерческие предприятия также могут бесплатно пользоваться государственной информацией, включать ее в свои продукты и продавать с прибылью.

6.150. В Соединенных Штатах, например, свободный доступ к государственным данным привел к возникновению крупной отрасли сферы обслуживания, которая производит пространственно соотнесенные данные переписи

населения в различных форматах для продажи частным, коммерческим и государственным пользователям. Хотя компании и берут плату за такие данные, отсутствие монополии на использование данных о результатах переписи населения привело на рынок многие компании. Конкуренция между ними поддерживает низкие цены на вновь публикуемые данные переписи населения, несмотря на возрастающий ассортимент специализированных продуктов. Пользователи, желающие самостоятельно произвести преобразование данных, тем не менее могут получить доступ к данным бесплатно.

6.151. Важным преимуществом такого развития событий стало 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. Это в итоге привело к повышению доходов от налогообложения и улучшению доступа к информации, обуславливающей увеличение производительности труда и правильности решений, принимаемых в государственном и частном секторах. Полученные выгоды оправдали выпуск данных без уплаты роялти, что, по существу, стало государственным субсидированием частных компаний.

6.152. В других странах сокращение государственных бюджетов увеличило давление на государственные учреждения, вынуждая их получать доходы для поддержки своей деятельности. В результате цены на географически соотнесенную информацию переписи населения бывают иногда очень высокими, ограничивая, таким образом, использование этой информации. Они могут отражать коммерческую ценность таких данных, например, для финансовых учреждений и коммерческих предприятий. При этом, 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 географических данных переписи. Как отмечают Превост и Гилрут (Prevost and Gilruth, 1997), попытки компенсировать те затраты, которые делают недоступными для некоммерческих пользователей географические продукты, 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.

6.153. 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 более существенным, чем возросший доход проводящих перепись организаций. 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 затраты на обеспечение авторских прав и потери социальных выгод от уменьшения использования жизненно важной информации.

6.154. Доступ к данным и их вторичное использование также часто бывают ограничены в случаях, если бюро переписи сотрудничает с частным производителем данных или если данные государственного или частного про-

изготовителя применяются для составления карты результатов переписи населения. Например, бюро переписи может войти в соглашение с частной фирмой, занимающейся составлением карт, которая возьмет на себя часть расходов на производство цифровой карты переписи населения. Вернуть эти капиталовложения фирма сможет только в том случае, если заключит договор об эксклюзивном праве на продажу географических данных (и, конечно, не в том случае, если бюро переписи просто покупает услуги компании и все выходные данные остаются его собственностью).

6.155. 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 бюро переписи будет, по всей видимости, нуждаться в сотрудничестве с теми же организациями при составлении карт будущей переписи.

6.156. 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 описанными выше 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. Кроме того, 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 более глубокой обработки данных.

### с) Вопросы судебной ответственности

6.157. Судами было вынесено несколько решений, постановляющих, что производители данных могут быть признаны ответственными 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. Были документально зафиксированы 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 иногда карты применяются в целях, не предусмотренных производителем данных. Например, бюро переписи 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.

6.158. Другой пример, относящийся к вопросам ответственности, очень важным для распространения результатов переписи населения, — нарушение неприкосновенности информации, относящейся к личной жизни. Обычно бюро переписи публикует только агрегированные данные на таком уровне, на котором невозможно выделить информацию о конкретном человеке, семье или очень небольшой группе людей. Если это бюро переписи перегруппировывает микроданные для нескольких небольших географических территорий, например СУ, почтовых округов, а также округов системы здравоохранения или образования, то возникает возможность того, что пронырливые и лишенные этических принципов операторы систем ГИС могут выделить информацию относительно групп людей, численность которых меньше, чем низший уровень раскрытия такой информации (см. разделы [6.32–6.36](#) по проблеме дифференциации данных). В некоторых странах такая ситуация может послужить основанием для судебного преследования со стороны пострадавших лиц.

6.159. Интересно, что Джонсон и Онсруд (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 заявленных целей. И наоборот, передавая данные в открытый доступ, учреждение может оградить себя от таких претензий.

6.160. Прежде чем рассылать пространственно соотнесенные данные, учреждение должно проконсультироваться с юристами и составить сопровождающее конечные продукты заявление об освобождении от ответственности. Такой отказ от ответственности может включать следующие пункты:

- заявление, что информация считалась точной на момент 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 определенные части географической базы данных созданы другими учреждениями, если это имеет место;
- упоминание о том, что использование данных подразумевает принятие оговорки об отказе от ответственности и о договорных отношениях.

### 3. Составление карт в Интернете

6.161. Многие национальные статистические организации избрали Интернет в качестве средства для распространения информации и данных. Веб-страницы варьируют от простых перечней и таблиц результатов переписи населения до сложных интерфейсов, с помощью которых пользователь может запрашивать специальные сводные таблицы.

6.162. Использование Интернета для распространения данных следует поощрять по многим причинам. При этом, однако, выбор способа использования Интернета требует инвестиций со стороны НСО, в частности в плане той нагрузки, которую распространение через Интернет накладывает на компьютерные серверы, а также с точки зрения хранения, обновления и резервного копирования данных. НСО в рамках общей работы по планированию пере-

писи рекомендуется просчитать расходы на полный жизненный цикл проекта инвестирования в ресурсы Интернета.

6.163. Интернет также по самой своей сути подходит для презентаций и распространения географической информации. Простейшим вариантом является выдача стационарных изображений карт, созданных статистическим учреждением. Например, серия карт, показывающих значения переменных показателей переписи, может быть создана с помощью настольных картографических программных пакетов. Большинство программ дают возможность пользователю сохранять карты в стандартном формате изображений, таком как GIF или JPEG. Эти изображения затем могут быть размещены на веб-страницах, так же как и любые другие диаграммы или фотоснимки. Такие веб-сайты могут дать пользователям данных доступ к нужной информации. Однако они не позволяют им манипулировать данными и составлять собственные карты по конкретным географическим территориям. В следующих разделах основной упор сделан на тех подходах, которые предоставляют пользователям значительную свободу в обращении с географическими базами данных переписи.

6.164. Большинство компаний, занимающихся ГИС и настольными картографическими системами, разработали независимые от платформы инструменты для отображения карт в Интернете, которые основаны на использовании стандартных протоколов обмена данными. Эти инструменты позволяют статистической организации разместить географическую информацию на сервере и дают пользователям возможность составлять карты и запрашивать эти данные в диалоговом режиме с помощью стандартных интернет-браузеров. Пользователи 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.

6.165. Компьютерные программы для работы с картами в Интернете полезны также в качестве внутрифирменного инструмента, обеспечивающего сотрудникам статистической организации 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 программное обеспечение своих браузеров.

6.166. Сервис-ориентированная архитектура — это собирательный термин для методов, включающих так называемые серверные, клиентские или гибридные стратегии (каждая из этих категорий более подробно рассматривается ниже):

Рисунок VI.10

#### Составление карты в Интернете. Подход, ориентированный на сервер



- в стратегиях, ориентированных на компьютер-сервер, пользователь посылает запрос по той или иной карте на сервер, где хранится база данных; установленные на сервере картографические программы обрабатывают этот запрос, составляют карту, например в формате GIF, и возвращают ее пользователю;
- в стратегиях, ориентированных на клиента, наоборот, большинство задач по обработке выполняется локально на компьютере пользователя (клиента);
- гибридные подходы сочетают стратегии, ориентированные на сервер и на клиента.

#### а) Подходы, ориентированные на сервер

6.167. Такие 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 универсальной ЭВМ, где мощный центральный процессор обеспечивает управление, хранение и обработку данных для определенного числа пользователей, которые соединены с ним «немыми» (непрограммируемыми) терминалами.

6.168. Принцип серверной стратегии отражен на рисунке VI.10. Пользователь соединяется с веб-сайтом и вводит запрос на карту. Заданные 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 экрана и дополнительные слои данных, которые обеспечивают географический контекст, например дороги, реки или административные границы.

6.169. Запрос пользователя посылается через Интернет на сервер и направляется в пакет программ ГИС. Программы ГИС могут быть расположены или на сервере сети, или на отдельном компьютере, связанном с сервером. Пакет программ ГИС может быть коммерческим картографическим интернет-пакетом или индивидуально разработанным пакетом, основанным на широко продаваемых модулях компьютерных картографических программ. Компьютерные картографические программы обеспечивают доступ к необходимым базам данных, составляют карту и возвращают выходные данные пользователю в виде веб-страницы. Карты обычно посылаются в виде стандартных графических изображений в формате GIF или JPEG, поскольку веб-браузеры не могут оперировать форматами векторных данных. Если пользователь захочет модифицировать макет карты, то на сервер посылается новый запрос.

6.170. Преимуществом серверного подхода является то, что пользователь не нуждается в мощном компьютере для получения доступа даже к очень большим пространственным базам данных. Достаточно сложные геопространственные процедуры, такие как согласование адресов или выбор маршрута в сети, могут быть выполнены быстро, если доступен высокопроизводительный сервер. Все, что требуется пользователю, — стандартный интернет-браузер и соединение с Интернетом. 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 пользова-

Рисунок VI.11

**Составление карты в Интернете. Подход, ориентированный на клиента**

тели видят и как они это видят. Выбор картографических макетов может быть заранее ограничен так, чтобы даже непрофессиональные пользователи могли получать выходные карты приемлемого качества. Одним из недостатков является высокий сетевой трафик на активно используемых серверах.

**б) Подходы, ориентированные на клиента**

6.171. Клиентские подходы (архитектура «толстого клиента») переносят основную часть необходимой обработки на компьютер пользователя. Сервер применяется главным образом для поддержки базы данных и отсылки пользователю необходимых фрагментов базы данных, возможно, вместе с модулями составления карты. Возможны два варианта клиентских подходов.

6.172. В рамках первого подхода на пользовательском компьютере отсутствуют какие-либо возможности составления карты. После посылки пользовательского запроса сервер посылает географические данные и небольшую программу (апплет), которая позволяет составить карту или провести географический анализ (см. рисунок VI.11). Апплет — это независимый от платформы программный продукт, написанный на языке программирования Java, который может быть выполнен стандартными веб-браузерами. Пользователь может затем работать с данными независимо от сервера. Просмотр слоев карты или изменение картографического макета не потребуют новых запросов к серверу.

6.173. При 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.

6.174. 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. Клиентские подходы могут обеспечить пользователю большую гибкость и свободу в анализе и представлении пространственных данных. При этом, однако, файлы данных и программ могут быть очень большими и, следовательно, требовать высокоскоростного доступа в Интернет, поэтому пользователи с менее мощными компьютерами не смогут выполнять сложные задачи создания и анализа карты. Клиентские подходы дают возможность пользователям сохранять на своих компьютерах исходные географические данные, запрошенные с сервера. Если некоторые или все географические

данные на сервере бюро переписи охраняются авторским правом, это может создать проблемы.

### с) Гибридные подходы

6.175. Серверные подходы удобны для обеспечения доступа к сравнительно простым картам для широкой непрофессиональной публики. Следовательно, они наиболее подходят бюро переписи для представления карт переписи широкой общественности. С другой стороны, клиентские стратегии предпочтительны для внутренних закрытых 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 бюро переписи.

6.176. 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 в плане имеющихся вычислительных мощностей.

### д) Возможности распространения данных переписи, в том числе служба MapServer

6.177. Доступные в настоящее время картографические пакеты программ Интернета могут быть расширены. Поставщики данных могут купить готовый пакет программ, который работает со стандартными наборами данных. Поскольку составление карт переписи является достаточно стандартной операцией, национальные статистические организации не должны столкнуться с трудностями при поиске подходящих решений. Для более сложных приложений можно получить набор функциональных модулей компьютерных программ, который позволит поставщику данных разработать необходимый интерфейс картографического сервера.

6.178. Концепция службы MapServer задумывалась в качестве находящейся в открытом доступе программной среды для создания прикладных интернет-программ с функциями построения пространственных данных. MapServer — это наиболее широко используемая на сегодняшний день серверная интернет-технология с открытым кодом (см. [www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org)) и один из ключевых элементов, необходимых для преобразования данных ГИС в картографические изображения, которые могут просматриваться клиентами сети. На практике MapServer поддерживает принятые Открытым консорциумом ГИС (ОКГ) стандарты, содержит продвинутое картографические функции, включая составление тематических карт и автоматизацию создания элементов карты; рисование привязанных к масштабу объектов и их наименований; адаптируемый к индивидуальным потребностям и создаваемый с помощью шаблонов конечный продукт; поддержку программной среды для создания популярных скриптов; поддержку различных картографических проекций и многочисленных растровых и векторных форматов (для получения более подробной информации см. <http://mapserver.org/>).

6.179. С возросшими сетевыми возможностями пользователи смогут получать больше наборов данных и программных модулей, при этом также

возрастет число обслуживаемых одновременно пользователей. Более быстрый доступ в Интернет снимет все проблемы, присущие как клиентским, так и серверным подходам. Компьютеры клиентов смогут часто и без задержек соединяться с серверами, что приведет к почти мгновенному выполнению пользовательских запросов.

6.180. Оптимальная стратегия доступа к данным Интернета и распространения данных переписи населения будет зависеть от возможностей и специальных знаний конкретного пользователя. Гибкая система способна обеспечить обслуживание пользователей любых уровней, включая «мощных пользователей», а также активных и пассивных пользователей. Эти категории в целом могут рассматриваться параллельно типам пользователей, указанным выше, следующим образом:

- **«мощные пользователи»** хотят получить всю базу данных для работы с ней на собственном компьютере с помощью коммерческих компьютерных программ ГИС; для этих пользователей подойдут обычные методы распространения данных, такие как покупка CD-ROM, или функции Интернета, загружающие «сырые» наборы данных ГИС переписи;
- **активные пользователи** обладают определенным опытом работы с ГИС, но не имеют своих достаточно мощных местных программных возможностей ГИС; такие пользователи хотели бы загружать части базы данных вместе с программными модулями (апплетами) ГИС, которые способны решить поставленные задачи;
- **пассивные пользователи** просто хотят получить заранее созданные карты; запрос такого пользователя выполняется сервером, а выходная информация посылается ему через Интернет в подходящем формате, например в виде растровых изображений или файлов PostScript — для карт или файлов электронной таблицы или базы данных — для данных.

6.181. Гибкая система распространения данных переписи населения через Интернет могла бы выглядеть и функционировать следующим образом:

- Пользователи определяют географическое положение интересующей их территории; это может сводиться к загрузке данных или просто к запросу карты; нужная географическая территория может быть определена с помощью любой из следующих географических привязок:
  - название географической территории, например города, района или области;
  - ограничивающий прямоугольник с заданными географическими координатами;
  - территория, определяемая 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 детализации изображения определяется масштабом карты, который соответствует размеру карты на экране пользователя;

- территория, определяемая 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 автомагистрали.

6.182. 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 заливки. Выходные данные могут также быть простой таблицей данных, показывающей переменные, выбранные для интересующей пользователя территории. Пользователь определяет также, нужны ли база данных, географический запрос и модули анализа, а также желательны ли в результате работы карта или база данных.

6.183. 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 СУ в пределах данного района. Для территорий, не соответствующих стандартной географической иерархии переписи населения, необходима некоторая дополнительная обработка. В некоторых странах уже есть или создаются геопространственные базы данных 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, геопространственная база данных, обслуживаемая сервером, должна выполнить площадную интерполяцию с помощью описанных выше методов.

6.184. Результат запроса возвращается пользователю или в виде исходных данных, которыми пользователь может манипулировать далее с помощью апплетов ГИС, или в виде готовой карты или базы данных, которые могут использоваться напрямую. Документация данных и другая нужная информация, дополняющая базу данных и карты, разумеется, тоже должны быть доступны.

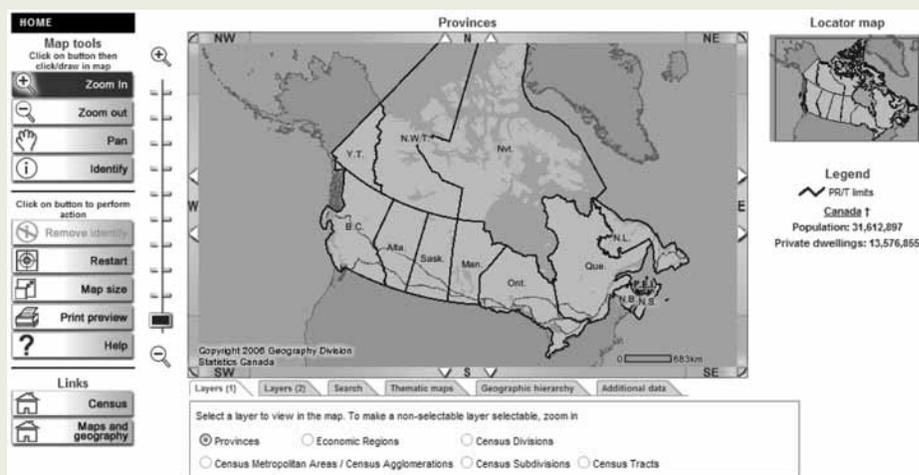
6.185. В зависимости от принятой в той или иной стране политики публикации данных эти услуги могут быть либо бесплатными, либо платными. Если запросы на исходную информацию, которая уже составлена, могут обслуживаться бесплатно, то более сложные запросы могут быть платными.

6.186. Если сделанные по индивидуальному заказу пользователя таблицы основаны на микроданных, то возникают серьезные проблемы в части сохранения конфиденциальности данных. Вопросы сохранения тайны в Интернете важны как в плане управления данными переписи населения в сети, так и в коммерческих приложениях Интернета. Поэтому локальная сеть, дающая доступ к микроданным переписи населения, должна быть отделена

## Вставка VI.1

**Тематическое исследование составления карт в Интернете для распространения данных переписи: Канада**

С конца 1990-х годов для Статистического управления Канады основным каналом распространения данных является Интернет. Распространение данных по сетевым каналам обладает колоссальным потенциалом обеспечения гибкости в доступе к статистическим данным для пользователей. Ключевым фактором использования этого потенциала является предоставление инструментария, который позволит пользователю с легкостью исследовать имеющиеся в наличии данные. Статистическое управление Канады разработало программный инструмент составления карт в Интернете, который дает возможность пользователям проводить географические исследования данных переписи, взаимодействуя с картой в диалоговом режиме. Программа GeoSearch позволяет пользователю разыскивать, выявлять, визуально отображать и получать базовые географические и демографические данные по различным районам Канады.

**GeoSearch2006**

Для того чтобы найти какое-либо конкретное место в Канаде, пользователи могут работать с единым набором картографических инструментов, указанных в левой части экрана, для увеличения или уменьшения изображения, перемещения по карте или определения заинтересовавшего их района. С помощью ярлычков под окном карты возможен доступ к таким функциям, как выбор стандартного типа географического района, поиск интересующих данных с использованием ряда вводных информационных параметров (название, адрес или почтовый код), составление тематических карт переписи, выявление взаимосвязей в рамках географической иерархии или доступ к дополнительным данным. После нахождения района пользователи могут просмотреть данные по численности населения и количеству жилых единиц, создать динамические тематические карты по данным более чем 35 различных переписей, выйти по ссылкам на более чем 10 тыс. справочных карт в формате PDF или получить обширный объем демографических и социально-экономических данных по отдельным общинам за 2006 год.

В дополнение к программе GeoSearch Статистическое управление Канады выпускает полный комплект продуктов географических данных, которые доступны на веб-сайте управления. Эти продукты объединены в три основных продуктовых линейки. Линейка картографических продуктов (в формате PDF) включает справочные карты, иллюстрирующие границы стандартных территориальных единиц, и тематические карты со статистическими данными по различной проблематике. Продуктовая линейка в сфере геопространственной информации включает файлы границ всех стандартных территориальных единиц, файл дорожной сети и файл гидрографических данных. Такие пространственные продукты позволяют пользователям разрабатывать собственные геопространственные базы данных переписи

для аналитических целей или включать географические районы переписи в собственную имеющуюся геопространственную базу данных. Линейка атрибутивных продуктов включает данные по характеристикам географических районов (численность населения и количество жилых единиц, площадь территории и плотность населения) и взаимосвязи между географическими районами. Эти продукты можно получить отдельно или в комплекте с продуктами пространственной информации (за более подробной информацией обращайтесь к Джо Кресовичу: Joe.Kresovic@statcan.gc.ca)..

брандмауэром от той области Интернета, которая предоставляет внешним пользователям доступ к суммарным показателям переписи.

6.187. Очевидно, что задуманный интерфейс распространения данных выставляет весьма высокие требования. Он требует быстрого интернет-доступа и сможет обслуживать большое число пользователей только в том случае, если Интернет широко доступен и для частных домохозяйств, и для коммерческих предприятий, и для правительственных организаций. Во многих странах эти условия еще не созданы, но, учитывая быстрое развитие технологий, многие страны будут в состоянии удовлетворять большинство запросов на данные через Интернет уже в ближайшем будущем. Некоторые бюро переписи активно проводят политику распространения данных, включающую описанные здесь элементы.

## Г. Выводы и заключение

6.188. В главе VI были рассмотрены вопросы, связанные с географическими задачами, требующими решения после регистрации, включая задачу распространения данных. После получения с мест информации об изменениях в географической базе данных начинается процесс, в ходе которого ведется непрерывное редактирование базы данных для ее использования в обследованиях и последующих переписях населения. Данные могут публиковаться на уровне измененных СУ или посредством их агрегирования в новые единицы распространения данных, например в различные кластеры. По результатам переписи можно выпустить множество статических и динамических продуктов, включая карты, доклады, атласы, CD-ROM диски и интерактивные веб-сайты.

6.189. Выпуск дезагрегированных данных поднимает ряд проблем, связанных с разглашением и конфиденциальностью личных данных. Дополнительным вопросом, связанным с публикацией данных, является решение о том, предоставлять ли данные бесплатно или получать доход от продажи продуктов более глубокой обработки данных, например на CD-ROM или DVD-дисках. В настоящей главе также дается описание продуктов географических данных, таких как программы просмотра карт, атрибутивные пространственные файлы для использования в коммерческих программных пакетах ГИС и картографические интернет-продукты.

## Справочные материалы

- 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.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press. First published in French as *Semiologie Graphique*. Paris, 1977.
- Brewer, C. (1994). Colour use guidelines for mapping and visualization. In A. M. MacEachren and D. R. F. Taylor, eds. *Visualization in Modern Cartography*. London: Pergamon.
- \_\_\_\_\_ (2005). *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. Redlands, California: ESRI Press.
- Bugayevskiy, L. M., and J. P. Snyder (1995). *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.
- Castro, M., et al. (2004). Integrated urban malaria control: a case study in Dar es Salaam, Tanzania. *American Journal of Medical Hygiene*, 103–117.
- Dent, B. D. (1999). *Cartography: Thematic Map Design*, 5th edition. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.
- Duke-Williams, O., and Rees, P. H. (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.
- Economic Commission for Africa (2007). Determination of fundamental data sets for Africa: geoinformation in socio-economic development. Document ECA/ISTD/GEO/2007/02E. Addis Ababa.
- Fothergill, S., and J. Vincent (1985). *The State of the Nation: An Atlas of Britain in the Eighties*. London: Pan Books.
- Garson, G. D. (2003). *Public Information Technology: Policy and Management Issues*. Hershey, Pennsylvania: Idea Publishing Group.
- Hohl, P., ed. (1998). *GIS Data Conversion: Strategies, Techniques, Management*. Santa Fe, New Mexico: Onword Press.
- Hurskainen, P., and P. Pellikka. (2006). Change detection of informal settlements using multi-temporal aerial photographs: the case of Voi, SE Kenya. Proceedings

of the Fifth Conference of the African Association of Remote Sensing of the Environment. Helsinki.

Jensen, J. R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 2nd edition. New York: Prentice-Hall.

\_\_\_\_\_, and D. Cowen (1999). Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 65, No. 5, pp. 611–622.

Johnson, J., and H. J. Onsrud (1995). Is Cost Recovery Worthwhile?. *Proceedings of the Annual Conference of the URISA*, San Antonio, Texas, July.

Khosrow-Pour, M. (2005). *Practicing e-Government: A Global Perspective*. Hershey, Pennsylvania: Idea Publishing Group.

Kraak, M. J., and F. J. Ormeling (1997). *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.

Krygier, J., and D. Wood. (2005). *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*. New York: Guilford Press.

Longley, P., M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind. (2005). *Geographic Information Systems and Science*. New York: John Wiley and Sons.

Lynch, M., and K. E. Foote (1997). Legal issues relating to GIS: the geographer's craft project. Austin: University of Texas.

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.

McDonnell, R. and K. Kemp (1995). *International GIS Dictionary*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

Monmonier, M. (1993). *Mapping It Out. Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press.

Montana, L., and J. Spencer (2004). *Incorporating Geographic Information into Measure Surveys: A Field Guide to GPS Data Collection*. Chapel Hill, North Carolina: Carolina Population Center of the University of North Carolina.

Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (1996). Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large-Scale Demographic Surveys, 22–26 April 1996. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund.

Niebert, D. D., ed. (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*. Global Spatial Data Infrastructure.

O'Looney, J. A. (2002). *Wiring Governments: Challenges and Possibilities for Public Managers*. Westport, Connecticut: Quorum Books.

Padmanabhan, G., J. Yoon and M. Leipnik (1992). *A Glossary of GIS Terminology*, Technical Report, No. 92–13. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis.

- Prévost, Y., and P. Gilruth (1997). *Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa*. Building Blocks for Africa 2025, Paper No. 12. The World Bank, Washington, D.C. and UNDP/UNSO, New York.
- Rhind, D., ed. (1997). *Framework for the World*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.
- Robinson, A. H., J. L. Morrison, P. C. Muehrcke, A. J. Kimerling and S. C. Guptill (1995). *Elements of Cartography*, 6th edition. New York: John Wiley and Sons.
- Snyder, J. P. (1982). *Map Projections Used by the United States Geological Survey*, Washington, D.C.: Government Printing Office.
- \_\_\_\_\_ (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tomlinson, R. (2007). *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands, California: ESRI Press.
- Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.
- \_\_\_\_\_ (1990). *Envisioning Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.
- United Nations (2007). *Geographical Information Systems for Population Statistics*. Sales No. E.97.XVII.30.
- \_\_\_\_\_ (2009). *Принципы и рекомендации в отношении переписи населения и жилого фонда, второе пересмотренное издание*. В продаже под № R.07.XVII.8.
- United States, Census Bureau (1978). *Mapping for censuses and surveys*, Statistical Training Document ISP-TR-3. Washington, D.C.: United States Department of Commerce, Bureau of the Census.
- United States, Federal Geographic Data Committee (1997a). *Framework Introduction and Guide*. Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (1997b). The subcommittee on cultural and demographic data. Washington, D.C. ([www.census.gov/geo/www/standards/scdd/index.html](http://www.census.gov/geo/www/standards/scdd/index.html)).
- United States, National Center for Health Statistics (1997). *Atlas of United States Mortality*. Washington, D.C.: Center for Disease Control and Prevention.
- United States, National Research Council (2007). *Tools and Methods for Estimating Populations at Risk from Natural Disasters and Complex Humanitarian Crises*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Weeks, J. (2007). Can we spot a neighbourhood from the air? Defining neighbourhood structure in Accra, Ghana. *GeoJournal*, 69:9–22.
- White, J. D. (2007). *Managing Information in the Public Sector*. Armonk, New York: M. E. Sharpe.
- Yankson, P., et al. (2004). A flexible model for urban vegetation cover measurement based on remote-sensing images. China: Wuhan University.



## Приложение I

# Географические информационные системы

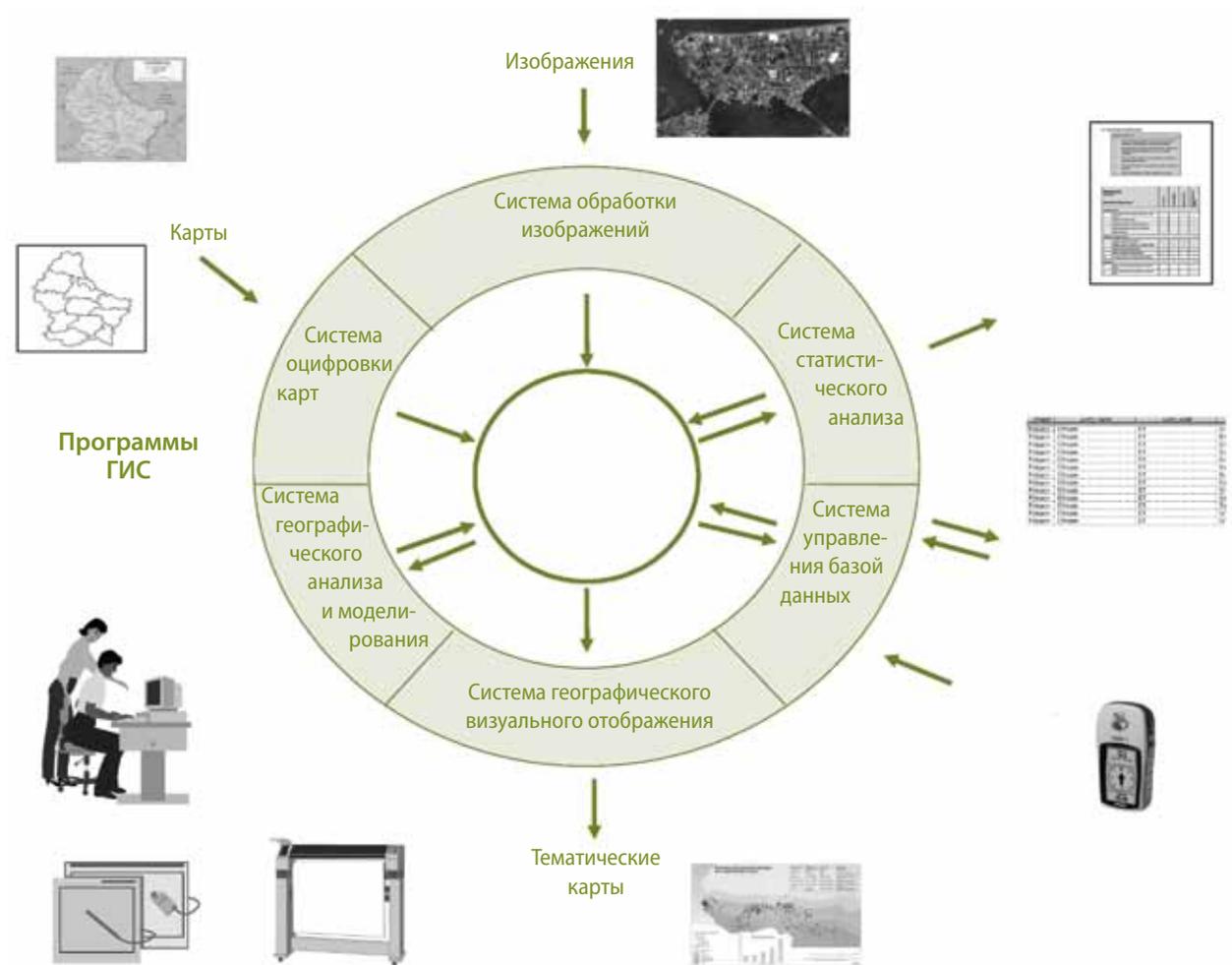
### А. Обзор географических информационных систем

А1.1. Географическая информационная система (ГИС) — это компьютерный инструмент для ввода, хранения, обработки, поиска, обновления, анализа и выдачи информации. Информация, хранящаяся в ГИС, представляет собой характеристики объектов на географической карте. Иными словами, ГИС позволяет ответить на вопросы, где находится данный объект или что находится в данном месте.

А1.2. В различных контекстах термин «ГИС» может иметь разные значения. Он может относиться к системе, которая состоит из оборудования и программного обеспечения, используемого для работы с пространственной информацией. Он может означать конкретный пакет программ, предназначенный для обработки информации о географических объектах. Он может относиться к конкретному программному приложению, например к комплексной географической базе данных о стране или регионе. Наконец, иногда этим термином обозначают область исследований, связанных с методами, алгоритмами и процедурами работы с географическими данными. В настоящее время в нескольких университетах ведется обучение по специальности ГИС с возможностью получения соответствующей степени; термин «наука геоинформатика» приобретает все большую популярность в академических исследованиях географических компьютерных программ и процедур. Смежный термин «геопространственные технологии» также является более широким понятием, охватывающим ГИС, дистанционное зондирование и технологии глобальных систем определения местоположения (GPS).

А1.3. В основе ГИС лежат многие области знаний, как показано на рисунке А1.1. Традиции геодезии и картографии отражены в правилах и методах измерения и отображения объектов реального мира. Компьютерные науки формируют основу для хранения и обработки географической информации и вместе с математикой предоставляют инструменты для работы с геометрическими фигурами, 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 фундаментальные науки, такие как археология и океанология, так и решение чисто прикладных коммерческих задач, таких как проблемы сбыта и недвижимости.

А1.4. Приложения, относящиеся к ведению инвентарных списков и реестров, типичны для сектора коммунальных услуг, в котором, например, теле-

Рисунок А1.1  
Основа ГИС

Источник: Ebener/ВОЗ

фонные компании осуществляют управление и поддержку своей физической инфраструктуры с использованием географической базы данных. 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 настоящего *Руководства* использование цифровых карт при проведении переписи и распространении ее результатов является, безусловно, наиболее подходящим примером. Приложения более аналитического характера известны в научно-исследовательской сфере, а также во многих прикладных областях, таких как управление природными ресурсами или торгово-сбытовая деятельность. В частности, компании, работающие в области лесного хозяйства, применяют ГИС для оптимизации воспроизводимого использования лесных ресурсов, а компании, занимающиеся оптовой и розничной торговлей, применяют более точный пространственный анализ для выявления клиентов и размещения новых филиалов.

## 1. Оборудование, программное обеспечение и данные

A1.5. Вопросы, связанные с оборудованием и программным обеспечением, рассматриваются в данном *Руководстве* в контексте создания и ведения географических баз данных для операций 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 устройства оцифровки 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.

A1.6. 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 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 предоставляются бесплатно и служат прекрасным средством распространения информации.

A1.7. Среди новых разработок отметим комплексы связанных с ГИС скриптов или процедур, продаваемых некоторыми поставщиками ГИС. Они позволяют пользователю создавать собственные индивидуальные картографические приложения в стандартных средах объектно-ориентированного программирования. Разрабатываемые системы могут быть автономными или интегрированными в другие программные пакеты. Некоторые из них позволяют создавать картографические приложения, основанные на возможностях Интернета.

A1.8. В разработке современных программных средств для ГИС можно отметить два основных направления: картографические операции в Интернете и модульный подход, дающий возможность интегрировать геопространственные функции в любые приложения. Сегодня пользователи имеют возможность получать ответы на запросы и анализировать данные, хранящиеся в удаленных геопространственных базах данных, с использованием своих веб-браузеров и программного обеспечения, загружаемого из Интернета по запросу. Для приложений высокого уровня достигнуто 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, постепенно исчезают различия между ГИС и другими информационными системами.

Рисунок А1.2

## Типы информации, хранящейся в ГИС



А1.9. Данные служат «топливом» ГИС-приложений (см. рисунок А1.2). Большинство из наиболее распространенных наборов географических данных являются цифровыми эквивалентами бумажных карт, таких как топографические карты, отображающие дороги, реки, изолинии высотных отметок и населенные пункты как отдельные слои данных. Тематическая информация включает социально-экономические атрибуты в привязке к административным единицам, интерпретированные карты, отображающие типы растительного покрова или землепользования, и производные индикаторы, такие как границы водосборных бассейнов. Любой географический объект, отображенный на цифровой карте, может быть описан в таблице данных, связанной с пространственной цифровой базой данных. Иногда для описания объекта достаточно небольшого числа характеристик. В других случаях, например в базе данных переписи населения, атрибутивная информация, хранящихся в системе, может быть весьма обширной.

А1.10. Другим источником географической информации служат изображения, полученные путем дистанционного зондирования (например, с помощью аэрофотосъемки или со спутников). Фотоснимки или изображения, полученные с низколетящих самолетов или со спутников, можно объединить с другой пространственно соотнесенной 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, в ГИС можно интегрировать мультимедийную информацию, представленную в виде фотографий, видео, текста и даже звука. Часто такое интегрирование осуществляется с использованием «горячих ссылок». Пользователь может в диалоговом режиме щелчком мыши на характеристике вызвать для просмотра фотографии или видеоизображения, связанные с тем или иным географическим районом. Такие возможности еще более расширились после появления простых в использовании картографических программ Интернета, таких как Google Earth.

Рисунок А1.3

**Слои данных — использование пространства в качестве системы индексирования**

## 2. Слои географических данных

А1.11. База данных ГИС — это компьютерное отображение реального мира. Программное обеспечение ГИС предоставляет средства для организации данных, относящихся к объектам, имеющим пространственную привязку. Базовым принципом организации данных в ГИС служит использование слоев данных, как показано на рисунке А1.3. Вместо совместного хранения всех пространственных объектов, как это делается на топографических картах, группы родственных объектов могут объединяться в один или несколько слоев данных.

А1.12. Географическая база данных ГИС обычно содержит слои физических объектов (дороги, реки и здания), а также 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 определенное расстояние.

А1.13. Данные для построения многослойной ГИС могут быть извлечены из различных топографических и тематических источников. При этом картографические данные могут быть скомбинированы с результатами наблюдений на местах и дистанционного зондирования со спутников или аэрофотоснимков. ГИС предоставляет средства, позволяющие интегрировать всю эту разнородную информацию в единую систему отсчета, определяемую си-

стемой географических координат. Это позволяет пользователю комбинировать данные различных типов, создавать новую информацию и реализовывать комплексные запросы, относящиеся к нескольким слоям данных. 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 ГИС.

## В. Модели данных ГИС

A1.14. Несмотря на то что ГИС позволяет хранить разнородную информацию, существует весьма небольшое число общих методов отображения пространственной информации в базе данных ГИС. При разработке ГИС-приложения объекты 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 отображения информации), хотя в настоящее время многие программы свободно работают с обеими моделями данных: «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 растровой модели.

### 1. Векторное представление

A1.15. Векторные системы ГИС используют для отображения реальных объектов так называемые базовые геометрические элементы: точки, линии и многоугольники (см. рисунок A1.4). В компьютерных базах данных точку обозначают парой координат  $x, y$ , а линию — последовательностью пар координат  $x, y$ , при этом концевые точки линии называют узлами, а промежуточные — вершинами. Многоугольники, или площади, обозначают замкнутой последовательностью линий, при этом замкнутость означает, что последняя точка полученной ломаной совпадает с ее начальной точкой. Точки могут использоваться для обозначения зданий, колодцев или пунктов геодезической сети; линии описывают такие объекты, как дороги и реки; участки переписи или районы обозначают многоугольниками.

Рисунок A1.4

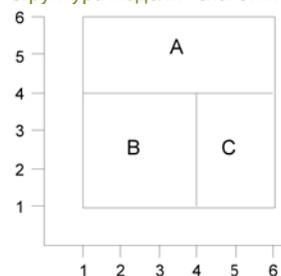
#### Точки, линии и многоугольники



Рисунок А1.5

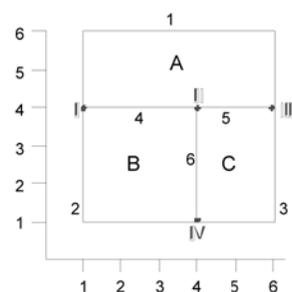
**Векторные модели данных: модель «спагетти» и топологическая модель**

Структура модели «спагетти»



Многоуг-к	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



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

Многоуг-к	Линии
A	1,4,5
B	2,4,6
C	3,5,6

Линия	Нач. узел	Кон. узел	Лев. многоуг-к	Правый многоуг-к
1	I	III	О	A
2	I	IV	B	О
3	III	IV	О	C
4	I	II	A	B
5	II	III	A	C
6	II	IV	C	B

О= вне многоугольников

А1.16. В простейших векторных моделях данных информация только хранится без учета связей между географическими объектами (см. рисунок А1.5). Иногда такой подход называют моделью «спагетти» (см., 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 разбиваются на части с введением дополнительных узлов в точках пересечения. Вместо того чтобы дважды сохранять каждый отрезок границы между соседними полигонами (по одному разу для каждого из полигонов), любую линию сохраняют только один раз вместе с информацией о том, какие полигоны расположены справа и слева от нее. Информацию о связях между узлами, линиями и полигонами сохраняют в таблице атрибутов.

А1.17. Преимущества топологической модели станут очевидными, если вспомнить, какие запросы могут быть адресованы пространственной базе данных. Топологически структурированная пространственная база данных позволяет быстро давать ответы на запросы, относящиеся к индивидуальным объектам данных и к их связям с другими объектами данных. Например, для быстрого выявления всех счетных участков (СУ), 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.

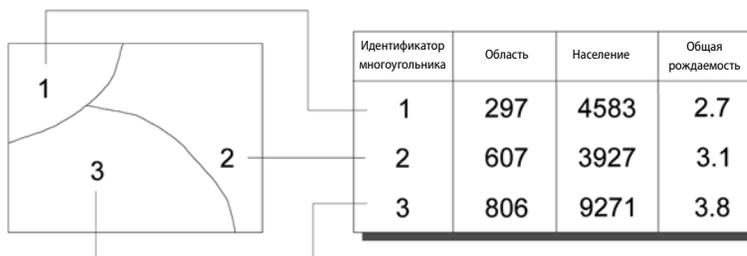
А1.18. Большинство пакетов ГИС сейчас используют все топологические свойства данных, что позволяет выполнять такие сложные операции, как полигональное наложение. При таких операциях комбинируют два набора векторных

Рисунок А1.6

**Пространственные и непространственные данные, хранящиеся в векторной ГИС**

Цифровая карта

Таблица географических атрибутов



данных, например административные районы и границы водосборов. Новые полигоны меньшего размера получают пересечением многоугольников, входящих в оба входных набора данных. Большинство картографических систем, рассчитанных на персональные компьютеры, используют более простые структуры данных. В таких системах все полигоны определяют как замкнутые ломаные линии, при этом линии, задающие границу между двумя областями, сохраняются в базе данных дважды.

А1.19. Каждый объект базы данных снабжен уникальным внутренним идентификатором, который позволяет связать геометрический объект с соответствующей группой данных или строкой таблицы атрибутов (см. рисунок А1.6). 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 СУ пользователь может дополнительно внести официальный административный код, количество жилых единиц, а также любую информацию, собранную для данного СУ. В практических приложениях большинство ГИС используют реляционные базы данных для раздельного хранения атрибутов и непространственной информации. Файлы атрибутов, тесно связанные с цифровыми географическими данными, разрешают доступ как через ГИС, так и через систему управления реляционной базой данных (СУРБД).

А1.20. Компромиссом между этими двумя крайностями — простой моделью «спагетти» и сложной, полностью топологической моделью — являются картографические пакеты для персональных компьютеров. Будучи не полностью топологическими, эти системы обеспечивают быстрое извлечение информации о соседних объектах и их связности. Такие системы сочетают простоту редактирования данных в простой модели с элементами мощных аналитических инструментов топологической модели данных векторной ГИС.

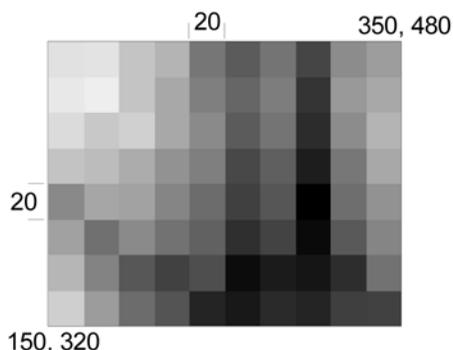
**2. Растровое представление**

А1.21. Растровые пакеты ГИС разделяют данную область пространства на упорядоченный массив, состоящий из строк и столбцов. Ячейку такого массива, или сетки, иногда называют пикселом (от англ. picture element — элемент картинки). Отсюда видно, что эта модель данных состоит из дистанционного зондирования и обработки изображений. В большинстве растровых систем значение атрибута данной точки, например высотная отметка, хранится в соответствующей ячейке растра. Таким образом, растровая база данных, содержащая высотную отметку, представляет собой длинную строку значений высоты.

Рисунок А1.7

**Пример растрового файла данных**

Растровая карта — высотная отметка

**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	

Единственная необходимая системе дополнительная информация — 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. рисунок А1.7). Обычно такая информация хранится в заголовке или небольшом отдельном файле. Эти данные позволяют системе рассчитывать размеры сетки. Так, координата  $x$  правого верхнего угла равна  $150 + 1 \times 20 = 350$ . Система использует эти данные для совмещения сетки раstra с другими слоями географических данных, например для наложения векторных объектов на сетку.

А1.22. 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 значение численности населения района, в который попадает данная точка. Очевидно, при этом появится большое количество смежных точек с одинаковым значением. Для таких случаев в большинстве растровых программ 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 существенным.

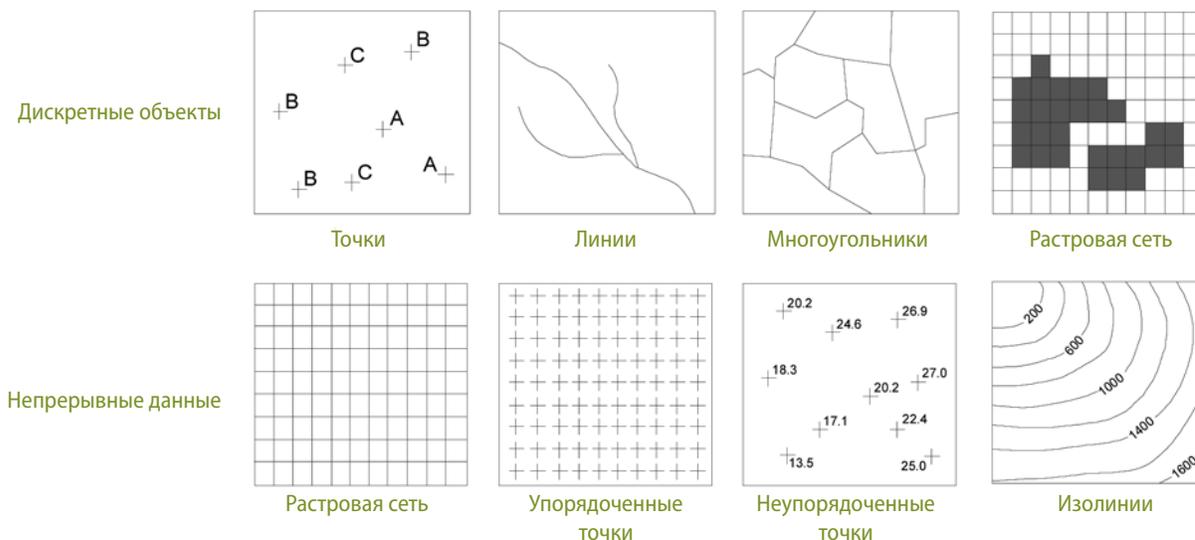
А1.23. В большинстве случаев растровый формат используется для хранения непрерывно меняющихся данных или изображений, которые содержат много оттенков серого. Так же как дискретные объекты можно представить в растровом формате, непрерывные данные можно представить с использованием векторных структур данных. Лучший пример — изолинии, отражающие высотную отметку на топографических картах. Другие примеры показаны на рисунке А1.8.

### 3. Достоинства и недостатки векторных и растровых моделей данных

А1.24. 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

Рисунок А1.8

**Векторные и растровые модели можно использовать для обозначения, как дискретных, так и непрерывных данных**



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 сетку, можно достичь высокой точности при отображении, например, граничных кривых, однако это потребует значительного объема памяти на диске. В целях географического анализа с применением таких объектов, как точки, линии и полигоны, лучше работают векторные модели.

А1.25. Большинство ГИС-операций можно выполнить в обеих моделях данных. Выбор подходящей модели зависит от цели работы. Для приложений, связанных с переписью населения, и других социально-экономических приложений более удобна векторная модель. Векторные структуры данных обеспечивают более компактное представление точек и полигонов, 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 кластеры обследований. Наконец, в отпечатанном виде результаты работы с использованием баз данных векторных ГИС обычно больше похожи на карты, выполненные с использованием традиционных картографических методов.

А1.26. Однако даже в такой ситуации возможность обрабатывать растровые данные приобретает все большее значение в приложениях, связанных с демографическими обследованиями. Некоторые входные данные, используемые для разбивки территории на счетные участки, исходно существуют в растровом формате. В главе IV настоящего *Руководства*, например, рассматривается использование изображений, полученных дистанционным зондированием, для создания или обновления картографических материалов переписи. К счастью, 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

A1.27. Термины «точность» и «прецизионность» часто используют в одинаковом значении, несмотря на то что в действительности их значения различны. Точность в пространственном смысле означает ту степень, в которой обозначение того или иного объекта соответствует его истинному местоположению на земной поверхности. Прецизионность, напротив, 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 измерительного инструмента мы можем получить координаты точки с точностью до сантиметра или миллиметра.

A1.28. Прецизионность, с которой координаты могут быть представлены в реальной векторной ГИС, практически неограничена, 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.

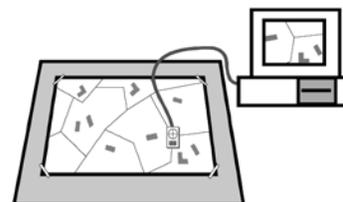
### C. Возможности ГИС

A1.29. 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 экранного отображения данных.

#### Ввод и управление данными

Прослеживание  
линий, ввод  
координат

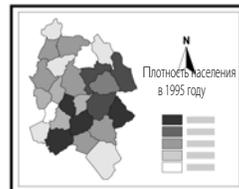
Наиболее распространенным методом ввода координат является планшетное устройство оцифровки. При прослеживании линий на бумажной карте с помощью курсора координаты снимаются программами этого устройства или ГИС. Другой вариант состоит в сканировании карты с созданием побитовой растровой карты, которая затем переводится в векторный формат.



Редактирование	После ввода линий данные необходимо проверить на наличие ошибок. Возникающие проблемы, как правило, связаны с несоединенными линиями (недоведение или пропуск), пропуском линий или двойной оцифровкой одной и той же линии. Для некоторых из этих операций в ГИС предусмотрена автоматизация.	
Построение топологии	Оцифрованные или векторизованные данные не имеют никакой связи друг с другом. Программные средства ГИС позволяют определить отношения соседства и связности между объектами в наборе данных.	
Геоотнесение и изменение проекции	Оцифрованные линии представлены в сантиметрах и дюймах. Их необходимо преобразовать в единицы реальной местности, соответствующие координатной системе исходной карты, например в метры или футы. При интегрировании данных может потребоваться изменение проекции цифровых карт.	
Преобразование «растр-вектор»	Большинство современных коммерческих пакетов ГИС в той или иной форме поддерживают растровые изображения. Поскольку для разных задач удобны различные 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 из векторного в растровый формат — необходима при анализе и моделировании в растровой ГИС.	
Управление атрибутивными данными	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.	
Реклассификация, агрегирование	ГИС позволяет агрегировать объекты, имеющие общий идентификатор. Например, счетные участки можно сгруппировать в зоны для обработки результатов переписи, содержащие приблизительно одинаковое число жителей.	
Формирование поднаборов данных, нарезание	В дополнение к формированию поднаборов данных по запросу ГИС позволяет пользователю создавать подмножества по своему усмотрению с использованием так называемых операций нарезания.	

## Отображение

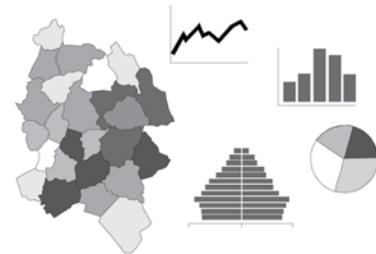
Картографические функции  
Создание демонстрационных карт — это одно из картографических приложений ГИС. Использование условных обозначений помогает различать объекты при экранном редактировании и анализе.



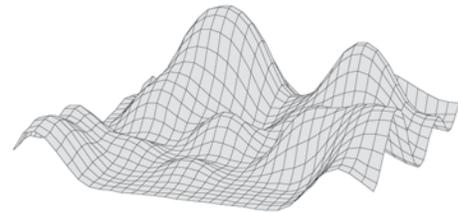
**Совмещение на экране изображений и векторных данных**  
 Изображения или растровые данные могут иметь разные источники, поскольку сканированные карты, полученные дистанционным зондированием изображения и растровые данные ГИС хранятся в том или ином варианте сеточного формата. Одновременный вывод на экран векторных и растровых данных удобен для анализа и дает возможность избирательно извлекать объекты из растрового набора данных.



**Привязка к статистическим диаграммам**  
 Основанный на данных анализ пространственной информации обычно сводится к комбинации составления карт с анализом атрибутивных данных. В таких случаях полезно построение статистических диаграмм, особенно наглядных при их отображении непосредственно на карте.

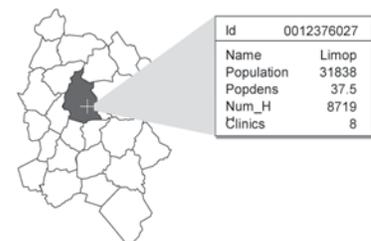


**Трехмерное изображение поверхностей**  
 Непрерывные данные, например высотная отметка или количество осадков, а в некоторой степени и плотность населения, могут изображаться в разных форматах: растровые сетки, изолинии или трехмерная визуализация с использованием «проволочного каркаса», на который можно вынести другие характеристики.

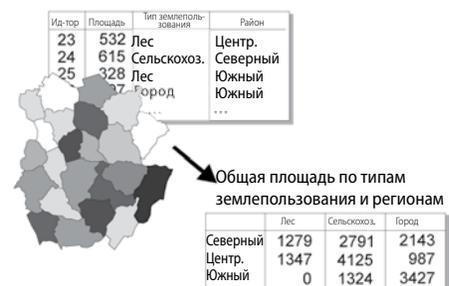


## Запросы

**Запрос к базе пространственных данных**  
 «Что находится в ...?» и «Где находится ...?» — 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. Наоборот, пользователь может также выбрать объекты, удовлетворяющие некоему набору критериев, и вывести их на карту. ГИС 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 («Что находится в радиусе x км от данного места?»), и запросы, связанные с двумя и более слоями данных ГИС («Какие здания находятся на данном счетном участке?»).

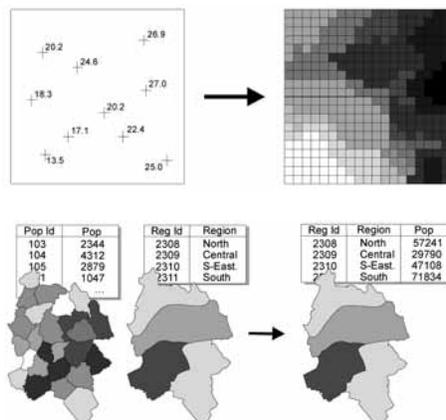


**Суммирование атрибутов**  
 Операции с базой данных позволяют получать обобщенные статистические данные и проводить перекрестную обработку содержимого таблиц географических атрибутов в базе данных ГИС. Например, можно рассчитать минимальное, максимальное и среднее значения определенного поля в таблице. Можно также проделать перекрестную обработку двух и более полей таблицы и рассчитать суммы значений 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 полигонального наложения (см. ниже).



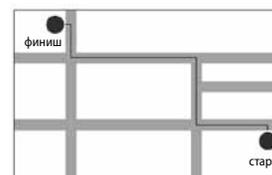
## Преобразования пространственных данных

**Интерполяция** Интерполяция позволяет создавать модели охвата данных на основе данных выборки. Например, на основании набора данных о распределении количества осадков, известных для отдельных станций, можно построить расстровую 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 зонах проведения экологического мониторинга, границы которых не совпадают с границами районов.



## Операции, связанные с расстоянием и временем

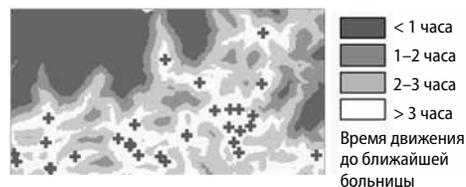
**Простое вычисление расстояния** Вычисление расстояния — одна из фундаментальных ГИС-операций. Расстояние (или время) можно вычислить как по прямой, так и по линиям сети. Например, можно оценить расстояние и время движения по дорожной сети, занесенной в базу данных ГИС.



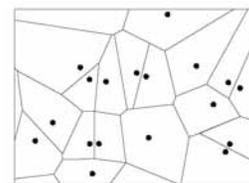
**Буферные зоны** Формирование буферных зон относится к специальному типу операций, связанных с расстоянием. Буферную зону можно создать вокруг точки, линии или полигона, при этом ее размер может определяться с учетом веса, зависящего от значений атрибутов. Например, для дороги с покрытием буферная зона может быть шире, чем для грунтовой дороги. Буферные зоны часто используют в пространственных запросах. Например, для определения количества экземпляров бильгарции на расстоянии не более 3 км от реки необходимо последовательно построить буферную зону, определить точку в полигоне и запросить базу данных.



**Определение ближайшего объекта** 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 называют поверхностью достижимости.



**Полигоны Тиссена** Одним из вариантов функции «найти ближайший объект» является операция, при которой весь регион делится на полигоны, связанные с ближайшим объектом определенного типа. Полученные зоны называют полигонами Тиссена. Эта функция часто используется для построения простых водосборов или зон обслуживания.

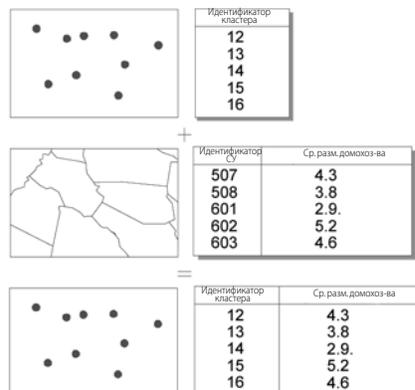


## Комбинация слоев данных

Операция определения точки или линии в полигоне

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 СУ. Для каждой точки ГИС определит СУ, в который эта точка попадает, и свяжет данные переписи с записью, содержащей результаты обследования для данной точки.

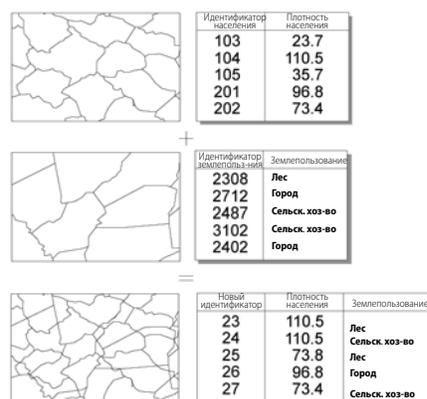
Эта же операция позволяет суммировать атрибуты точечных или линейных объектов для выбранных регионов. Например, таким образом можно рассчитать среднюю рождаемость для каждого участка системы здравоохранения — на основании выборки обследованных домохозяйств (точек).



Полигональное наложение

Комбинирование двух наборов ГИС-данных, содержащих площадные объекты, называют полигональным наложением. Система объединяет наборы данных и регистрирует области перекрытия полигонов как новые площадные объекты. Полученный набор данных содержит атрибуты обоих исходных наборов. В зависимости от типа атрибут или остается неизменным (например, информация типа категории или соотношения), или делится между новыми полигонами (например, счетные данные).

Перекрытие полигонов часто используется в комбинации с перекрестным анализом таблиц, например для пересчета данных переписи по зонам землепользования.





## Приложение II

# Системы координат и картографические проекции

### А. Введение

А2.1. В обзоре концепций ГИС в приложении I 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 многих разнообразных 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.

А2.2. При формировании географической базы данных, например для целей переписи, разработчик обязан следить, чтобы пространственные координаты и границы, снятые с бумажных материалов, взятые в виде цифр из цифровых 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.

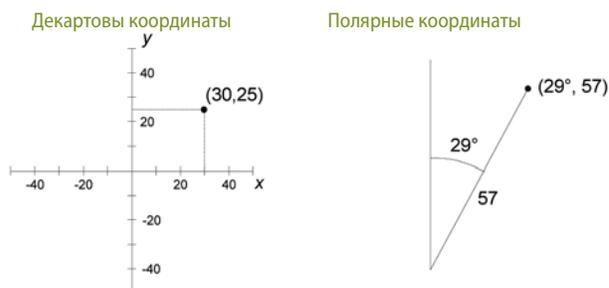
А2.3. При составлении карт результатов переписи с применением традиционных методов эта проблема не была настолько острой, поскольку бумажные карты, а часто просто схемы, выполненные непосредственно в полевых условиях, использовались только для целей регистрации. Они не интегрировались с другими данными и не использовались для какого-либо пространственного анализа. В связи с этим владение знаниями о системах координат и картографических проекциях имело 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 (1996) и Dent (1998). Более подробное изложение проблемы можно найти в работах: Canters and Decler (1989), Snyder (1993) и Bugayevskiy and Snyder (1995).

## В. Координаты

А2.4. В картографии для задания положения объектов на земной поверхности используют географические системы координат. Их также иногда называют системой географического соотнесения. В геометрии на плоскости наиболее распространенной является декартова система координат, названная в честь французского ученого Рене Декарта (1596–1650 годы). Координаты точки определяются как перпендикуляры расстояний 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 общего применения. В качестве альтернативного метода положение точки на плоскости можно задавать в системе полярных координат, которые определяются как угол с фиксированной осью и расстояние от фиксированного начала координат (см. рисунок А2.1).

Рисунок А2.1

### Декартова и полярная системы координат



А2.5. Плоская карта, представлена ли она на бумаге или на экране компьютера, использует двумерную систему координат, измеряемых в стандартных единицах, например метрах или футах. Обычно координаты называют  $x$  и  $y$ , хотя в картографических текстах часто используют термины «отклонение к востоку» (easting) 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 используют широту и долготу. Это координаты сферической полярной системы, в которой любая точка  $p$  задается широтой — углом  $\phi$ , измеренным от плоскости, определяемой экватором, и долготой — углом  $\lambda$ , измеренным от плоскости, определяемой нулевым, или Гринвичским, меридианом (см. рисунок А2.2).

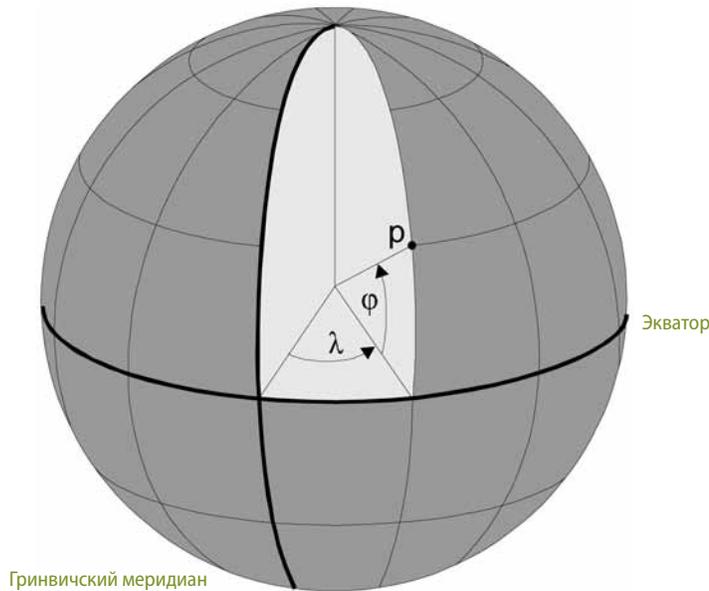
А2.6. Для того чтобы изобразить на бумаге карту мира или какой-либо его части, необходимо каким-либо образом перевести сферические координаты (широту и долготу) в координаты на плоскости. В недавно вышедшей книге о картографических проекциях такой процесс построения двумерного представления части трехмерной сферы называется «распластывание сферы» (Snyder, 1993).

### Картографические проекции

А2.7. Математическая процедура, применяемая для пересчета сферических координат — широты и долготы — в координаты на плоскости, называется картографической проекцией. Мы можем буквально представить себе

Рисунок А2.2

**Координаты на сфере: система координат широта–долгота**

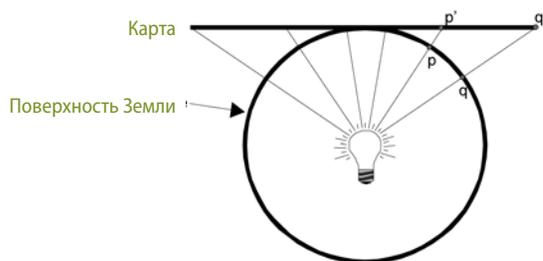


этот процесс в виде проекции, вообразив источник света, расположенный в центре Земли. Если бы поверхность Земли была прозрачной с нанесенными на нее контурами интересующих нас объектов, мы могли бы приложить плоский лист бумаги к некоторой точке сферы и обвести спроектированные линии на этой так называемой развернутой поверхности. Например, объект, расположенный в точке  $p$  на поверхности Земли, должен быть помещен в точку  $p'$  на карте. Как видно из рисунка А2.3, 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.

А2.8. В течение многих веков было разработано множество различных картографических проекций, которые можно классифицировать по способу размещения или «обертывания» карты вокруг сферы. На рисунке А2.4 представлен обзор методов построения трех типов картографических проекций — ци-

Рисунок А2.3

**Иллюстрация процесса построения картографической проекции (азимутальная проекция)**



линдрической, конической и азимутальной. Как видно из сетки координатных линий, показанной на рисунке, справа, каждое семейство картографических проекций создает характерный рисунок сетки параллелей и меридианов.

А2.9. Картограф может выбирать точку или линию, по которой разворачиваемая поверхность — цилиндр, конус или плоскость — касается сферы. Точка или линия касания обычно представляет собой область, в которой искажения

Рисунок А2.4

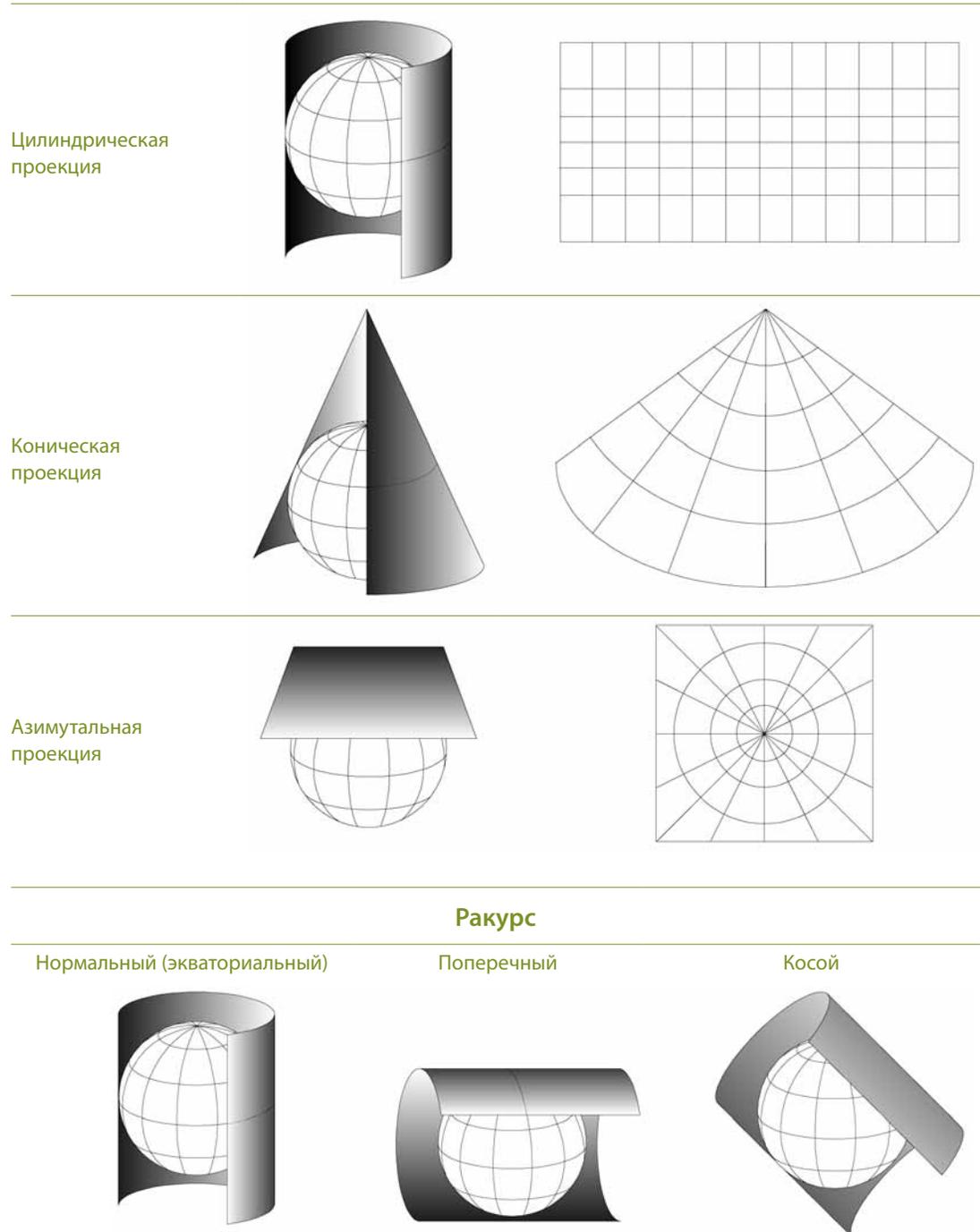
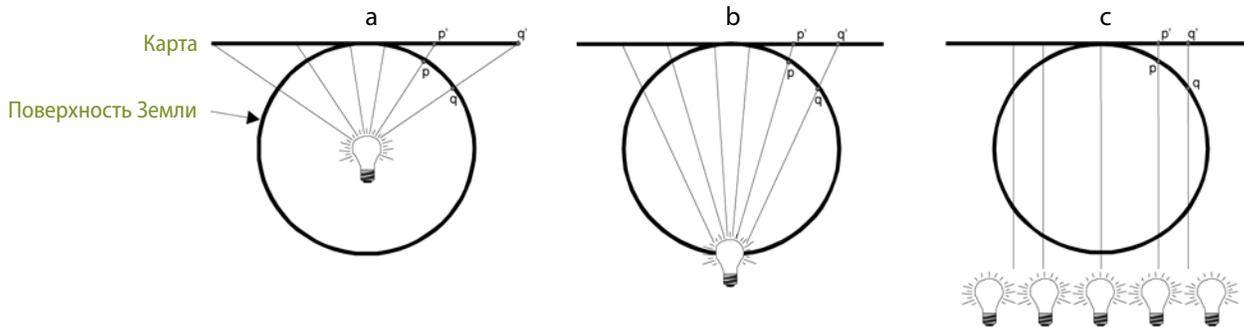
**Семейства картографических проекций**

Рисунок А2.5

## Различные способы построения проекции



размера и формы минимальны. Если мы создаем карту определенного региона, то можем выбрать «аспект» картографической проекции таким образом, чтобы оптимизировать отображение интересующей нас территории на карте.

А2.10. Гипотетический источник света не всегда расположен в центре сферы (см. рисунок А2.5а) — он может располагаться на дальнем полюсе (см. рисунок А2.5b) или может быть заменен множеством воображаемых источников, излучающих свет с плоской поверхности, параллельной карте (см. рисунок А2.5c). В картографии эти проекции называют «гномонической», «стереографической» и «ортографической» соответственно. Положение проекций  $p'$  и  $q'$  на карте показывает, что разные варианты проекции приводят к различным типам искажений в относительном размещении точек на карте.

### С. Свойства картографических проекций

А2.11. Воображаемый источник света — удобное средство для демонстрации принципов картографических проекций, однако на практике они, безусловно, 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» разворачиваемой поверхности вокруг сферы, ракурс и положение воображаемого источника света.

А2.12. 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 классифицируют в соответствии со свойствами, которые они сохраняют. Наиболее важные свойства:

- **Сохранение площадей.** В 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 больше, чем Аравийский полуостров. Карты, правильно отображающие относительные площади объектов, называют равновеликими. *Пример* — проекция Молвейде.

- **Сохранение расстояний.** Никакая картографическая проекция не позволяет правильно отобразить расстояния между любыми двумя точками на карте. Это важно иметь в виду, поскольку вычисление расстояний — весьма распространенный вариант применения ГИС. При крупномасштабном картировании 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 вносят 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 вдоль одной или двух линий. *Пример* — равнопромежуточная коническая проекция. Следует отметить, что при необходимости получения очень точных результатов обычно используют 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. *Пример* — проекция Меркатора.

A2.13. Таким образом, все картографические проекции представляют собой компромисс между желательными 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).

A2.14. В учебниках по картографии и многих руководствах по ГИС приводятся полные списки, показывающие, какие картографические проекции лучше всего подходят для каждой конкретной 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 картировании сравнительно небольших областей, искажения, вносимые любой проекцией, могут оказаться пренебрежимо малыми для данного конкретного приложения.

A2.15. На рисунке A2.6 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

Рисунок А2.6

**Распространенные картографические проекции**

Глобус (Земля из космоса)



Без проекции  
(географическая или широта–долгота)



Цилиндрическая равновеликая



Проекция Меркатора



Равновеликая коническая Альберса



Равнопромежуточная



Равновеликая азимутальная Ламберта

Экваториальная



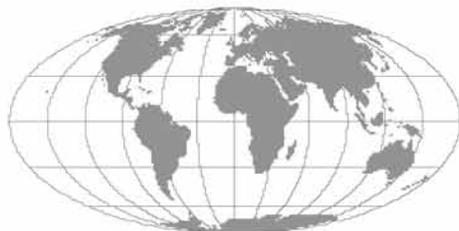
Косая



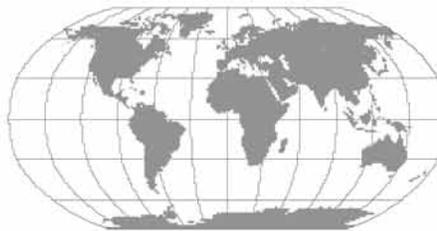
Полярная



Равновеликая Молвейде



Робинсона



время как переход из одной картографической проекции в другую может оказаться достаточно сложным.

## D. Более точные измерения: географические поверхности отсчета

A2.16. Преобразование координат из системы широта–долгота на сфере в координаты на плоскости затруднено тем, что Земля не представляет собой точную сферу с постоянным радиусом. Точные измерения показывают, что земная поверхность весьма неровная и к тому же постоянно изменяется. Еще более важным является то, что земля сплющена у полюсов, так что расстояние от ее центра до Северного полюса (малая полуось) меньше, чем расстояние до экватора (большая полуось). Поэтому для составления точных карт земной шар следует описывать как эллипсоид или сфероид с заданным соотношением между полярным и экваториальным радиусами (см. рисунок A2.7). Параметры, описывающие этот эллипсоид, а также начало и ориентацию системы координат, которая используется для определения координат объектов, называют геодезической системой отсчета (от названия науки об измерении Земли — геодезии).

A2.17. Параметры эллипсоида, наилучшим образом представляющего земную поверхность, неодинаковы в разных частях земного шара. В результате были предложены сотни геодезических систем отсчета. К счастью, каждое национальное картографическое управление во всей своей картографической и геопространственной 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 управление 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, более новой и точной системе.

A2.18. При мелкомасштабном картировании, 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 картирования сдвиги могут быть весьма значительными. В таблице A2.1 представлены координаты здания Центральных учреждений Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке в универсальной поперечной системе координат Меркатора (UTM), которая будет подробно рассмотрена ниже. Широта и долгота

Рисунок A2.7

### Сфера в сравнении с эллипсоидом

Земля в виде сферы



Земля в виде эллипсоида



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 A2.1

**Координаты здания Секретариата Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке, рассчитанные с использованием различных базовых эллипсоидов**

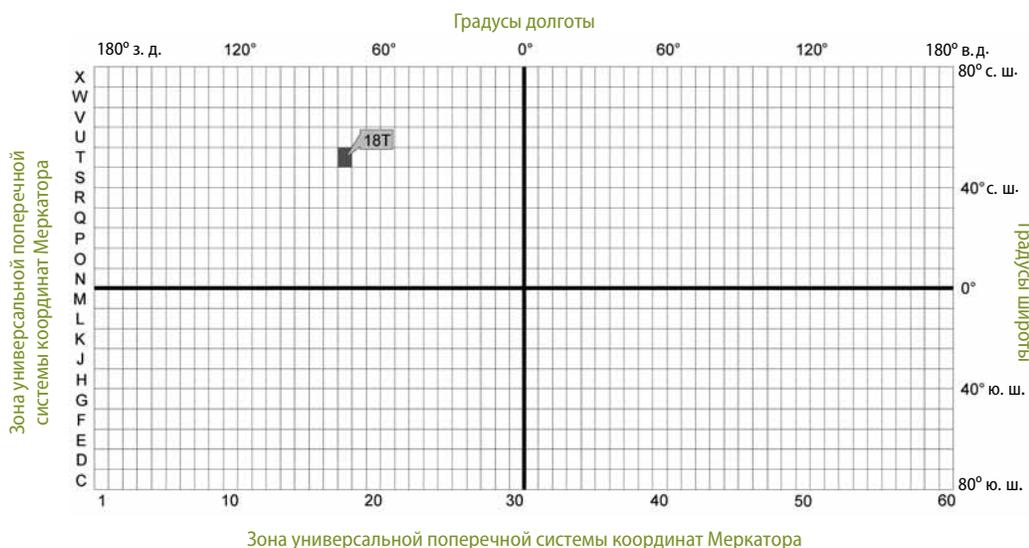
Координаты в системе координат Меркатора UTM (метры)		
Базовый эллипсоид	восточная (x)	северная (y)
Кларк, 1866	587 141,3	4 511 337,1
Кларк, 1880	587 142,6	4 511 245,1
WGS84	587 139,0	4 511 549,7
Бессель	587 128,5	4 511 095,4
Сфера	586 917,2	4 529 920,6

### Универсальная поперечная система координат Меркатора

A2.19. Универсальная поперечная система координат Меркатора заслуживает более 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 расстояния очень малы. Глобальная поперечная система координат Меркатора состоит из 60 полос по долготе (см. рисунок A2.8).

Рисунок A2.8

**Универсальная поперечная система координат Меркатора**



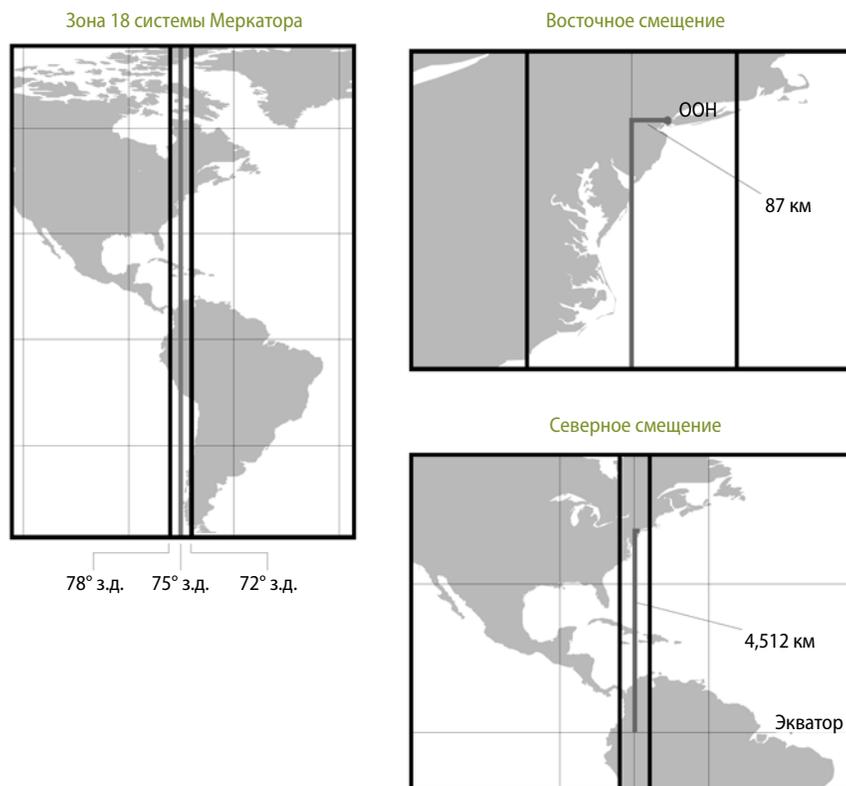
A2.20. Ширина каждой полосы составляет  $6^\circ$  долготы (по  $3^\circ$  в каждую сторону от линии касания). Полосы универсальной поперечной системы координат Меркатора последовательно пронумерованы с запада на восток, начиная с номера 1, который присвоен полосе, расположенной между  $180^\circ$  з. д. и  $174^\circ$  з. д. с центральным меридианом  $177^\circ$  з. д. Каждая полоса поделена на зоны высотой  $8^\circ$ . Эти зоны помечены буквами с юга на север, начиная с параллели  $80^\circ$  ю. ш., помеченной буквой С. Вне этих пределов зоны поперечной системы координат Меркатора не определены, так как вблизи полюсов слишком велики искажения.

A2.21. Координаты измеряют 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 прибавляют 500 тыс. По этой же причине вертикальная координата увеличивается на 10 млн., но только в Южном полушарии. Эти сдвиги называют «фиктивным восточным смещением» и «фиктивным северным смещением».

A2.22. Пример, иллюстрирующий применение универсальной поперечной системы Меркатора, показан на рисунке A2.9. Здание Центральных учреждений Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке имеет координаты  $40^\circ 45' 01''$  северной широты и  $73^\circ 58' 04''$  западной долготы. Эта точка попадает в зону 18Т универсальной поперечной системы координат Меркатора, расположенную между  $72^\circ$  и  $78^\circ$  западной долготы и между  $40^\circ$  и  $48^\circ$  северной широты. 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 Центральных учреждений

Рисунок A2.9

#### Положение здания Центральных учреждений Организации Объединенных Наций в системе координат Меркатора



дений Организации Объединенных Наций расположено примерно в 87 км к востоку от центрального меридиана зоны 18 (75° з. д.) и примерно в 4 512 км к северу от экватора.

## Е. Масштаб карты

А2.23. 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.

А2.24. 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 1:5 000 имеет сравнительно «крупный масштаб», поскольку единица, разделенная на 5 000, дает относительно большое число (0,0002). Таким образом, мелкомасштабные карты отображают большие территории, а крупномасштабные карты сосредоточиваются на небольших территориях. Понятия «мелкий» и «крупный» масштабы часто путают друг с другом, потому что в разговорной речи «большой» и «мелкий» относят к отображаемым территории или явлению, а не к дроби. Во избежание неправильного понимания полезным правилом является исключительно использование термина «масштаб карты».

А2.25. Некоторые распространенные масштабы карт:

Масштаб карты	1 см на карте представляет	
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	
1:1 000 000	10 км	мелкий масштаб

А2.26. С учетом перехода от аналоговых карт к цифровым географическим базам данных очень важно подчеркнуть, что 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 отображения 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.

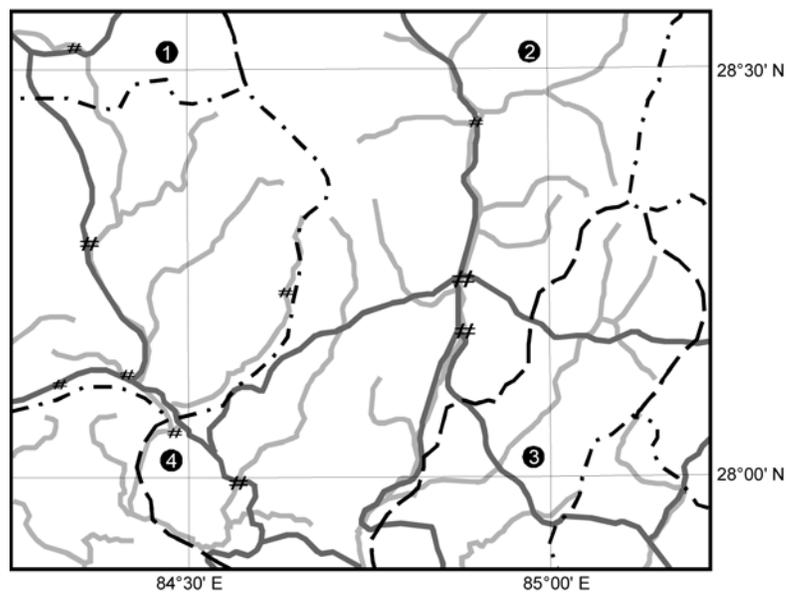
A2.27. Процесс, называемый «генерализацией», при котором объекты на карте упрощаются или объединяются, представляет собой важный этап при работе над картой. Генерализация объектов — когда извилистые местные дороги превращаются в прямые и детали исчезают в границах районов — делает бессмысленными печать 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 понятно, 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

A2.28. Проблема геосоотнесения оцифрованной или отсканированной карты с пересчетом координат в систему, подходящую для хранения в ГИС, обсуждалась в главе II настоящего *Руководства* в разделе по вопросу об интегрировании цифровых карт. В следующих пунктах процесс геосоотнесения будет проиллюстрирован на реальном примере. На рисунке A2.10 показана карта, которая была оцифрована с формированием нескольких слоев. При оцифровке координаты выражаются в системе координат устройства оцифровки, 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 устройства оцифровки в координаты местности, соответствующие исходной проекции карты. Читателям, незнакомым с системами координат и проекциями карты, было бы полезно еще раз просмотреть материалы, представленные в пунктах A2.1–A2.7, выше.

Рисунок A2.10

### Контрольные точки на листе карты



A2.29. Первым шагом должен быть выбор точно определенных контрольных точек. Обычно такие точки выбирают 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 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 пары «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.

A2.30. 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:  $27^\circ$  и  $30^\circ$  с. ш.
- осевой меридиан:  $84^\circ$
- широта начала координат:  $28^\circ$

A2.31. 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.

A2.32. 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 топографической карты, изображенной в универсальной поперечной проекции Меркатора, или если координаты контрольных точек определены непосредственно на местности с использованием GPS, которая автоматически переводит координаты в конкретную географическую проекцию.

A2.33. Итак, мы имеем пары координат четырех контрольных точек в системе координат устройства оцифровки, а также в системе координат на местности, в данном случае — в метрах. Оба набора координат представлены в таблице A2.2. Например, первая контрольная точка расположена приблизительно в 49 км к востоку от осевого меридиана ( $84^\circ$  в. д.) и в 55,5 км к северу от параллели, принятой за начальную ( $28^\circ$  с. ш.).

A2.34. Третий шаг расчета 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 координат устройства оцифровки;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  и  $f$  — оцениваемые параметры. Ошибки расчета при преобразовании определяются невязкой регрессии.

A2.35. В таблице A2.2 представлены пары координат каждой контрольной точки во входной системе (в единицах устройства оцифровки) 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 оцифровании 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.

A2.36. В таблице приведена также общая ошибка преобразования. Это среднеквадратическая ошибка, выраженная во входной и выходной системах

Таблица A2.2  
Параметры преобразования

Контрольная точка	Координаты в единицах оцифровки (в 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): 0,005034; 16,524

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 к конкретной задаче. При картографировании данных переписи высокой точности, как правило, не требуется, но в других приложениях, например в кадастровых, требования к точности могут быть весьма высокими.

A2.37. 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 конкретного программного обеспечения, однако понимание процедур, используемых при геосоотнесении, помогает правильно оценить важность этого этапа.

## Г. Практические соображения

A2.38. Любой крупный картографический проект (например, в рамках обеспечения переписи) предполагает интегрирование картографической информации из большого числа различных источников. В связи с этим необходимо выбрать единую 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 некая стандартная проекция и координатная система, оптимальные для соответствующей территории и используемые в сериях карт данной страны в различных масштабах.

A2.39. Почти во всех программных пакетах ГИС предусмотрены функции для преобразования координат из одной системы отсчета в другую (например, из метров в футы или из единиц устройства оцифровки 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 геодезическую систему отсчета и другие важные параметры. В редких случаях, когда поддержка некоторой проекции отсутствует, для преобразования проекций требуется применение специализированного программного обеспечения. Глобальные системы определения местоположения (GPS), подробно рассмотренные в главе IV настоящего *Руководства*, также поддерживают определенный набор картографических проекций и наиболее распространенных геодезических систем отсчета. Таким образом, координаты, собираемые в ходе полевых работ, можно снимать в виде пар «широта–долгота» или в определенной проекции.

A2.40. На топографических картах обычно указывается информация о проекции и геодезической системе отсчета. Ситуация с цифровыми картографическими данными несколько сложнее, поскольку в стандартных ГИС-форматах не предусмотрено обязательное сохранение информации о проекции в явном виде. Например, бюро 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 дан-

ных сопровождалась соответствующей документацией, а метаданные, то есть информация о данных, сохранялись вместе с набором данных цифровой карты.

A2.41. 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 Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке имеет координаты 40°45′01″ северной широты и 73°58′04″ западной долготы. Прежде чем вводить эти данные в ГИС или 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:

$$40 + \frac{\left(45 + \frac{1}{60}\right)}{60} = 40,7502778$$

$$73 + \frac{\left(58 + \frac{4}{60}\right)}{60} = 73,9677778$$

A2.42. Поскольку меридиан, на котором расположено здание Центральных учреждений Организации Объединенных Наций, лежит к западу от Гринвича, в десятичных градусах он задается отрицательным числом  $-73,97$ . Аналогичным образом, в Южном полушарии значения широты выражаются отрицательными числами.

A2.43. Для обратного преобразования широты в градусы, минуты и секунды необходимо проделать следующие вычисления:

Градусы: 40

Минуты:  $0,7502778 \times 60 = 45,016668 = 45$

Секунды:  $0,016668 \times 60 = 1$

## Приложение III

# Моделирование данных

### А. Введение

А3.1. 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.

### В. Определение основных терминов

А3.2. «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 программном пакете ГИС.

А3.3. «Пространственная структура данных» реализует выбранную модель данных. Она состоит из специальных файловых структур, которые используются для отображения различных типов объектов. Например, административные единицы или водоемы должны отображаться в виде полигонов, 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 полигона, обозначающего административную единицу.

А3.4. «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.

А3.5. «Словарь данных» — это базовый документ, в котором содержится детальное описание модели данных, а также всех кодов, использованных для идентификации объектов и их атрибутов.

А3.6. Наконец, «схема базы данных» — это описание логических связей между пространственными объектами, таблицами атрибутов и правилами целостности, которые определяют полную и целостную базу пространственных данных.

Таблица А3.1

## Информация для определения модели пространственных данных

<b>Название объекта</b>	Краткое название географического объекта.
<b>Определение</b>	Подробное описание географического объекта.
<b>Фиксированные атрибуты домена</b>	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 «доменом» возможных значений.
<b>Переменные атрибуты домена</b>	<p>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.</p> <p>Каждый атрибут описывается следующими данными:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• название</li> <li>• тип, например <i>алфавитно-цифровой (A)</i>, <i>целый (I)</i> или <i>действительный (R)</i>;</li> <li>• допустимое количество символов или цифр;</li> <li>• <i>домен значений</i>, то есть список всех возможных значений и их определений для фиксированных атрибутов домена или <i>определение</i> атрибута для переменных атрибутов домена.</li> </ul>
<b>Допустимые сочетания значений атрибутов</b>	<p>Для фиксированных атрибутов домена составляется список всех допустимых сочетаний 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, в списке указываются все допустимые комбинации их значений.</p>
<b>Отношения</b>	<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"> <li>• <i>название объекта и геометрия объекта</i>, например точка (P), линия (L) или площадь (A);</li> <li>• <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;</li> <li>• <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);</li> <li>• <i>название и геометрия связанного объекта</i>.</li> </ul> <p><i>Примечание:</i> это определение применимо только к отношениям между географическими объектами; отношения между полями в таблице географических атрибутов и внешних таблицах необходимо определять отдельно.</p>
<b>Примечания</b>	Любая дополнительная информация, необходимая для определения объекта, а также сноски, относящиеся к любому из других описательных полей.
<b>Диаграмма</b>	Для иллюстрации того, каким образом моделируется объект, приводится графическая иллюстрация отношений данного объекта с различными другими объектами.

## С. Типовой шаблон

А3.7. Приведенный выше типовой шаблон создан на основе весьма обширной системы определений географических объектов в *Канадской национальной базе топографических данных — словаре данных* (Geomatics Canada, 1994).

А3.8. Наиболее важной информацией в шаблоне базы данных являются определения каждого логического объекта и подробные описания всех атрибутов, сохраняемых для географических объектов. Для многих проектов картографирования переписи может быть достаточно этих дескрипторов базы данных. Однако, особенно если база данных переписи должна быть интегрирована в национальную географическую базу данных, 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.

А3.9. Для того чтобы содержание словаря данных было более понятно, в таблице А3.2 приводится пример, описывающий определение слоя данных об административных единицах. Этот пример приводится только в качестве иллюстрации. Конкретные спецификации будут изменяться при осуществлении этой работы в разных странах. Следует отметить, что «атрибуты фиксированных доменов» являются дискретными, а не постоянными.

Таблица А3.2

**Пример: административные единицы для страны с тремя уровнями административного подчинения**

---

### Административная единица

Географическая территория с юридически определенными границами, сформированная для осуществления административных и других функций государственного управления.

### 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 небольшой или крупный город
3 — Сельский	административная единица, имеющая преимущественно сельские черты

### Переменные атрибуты домена

Идентификатор административной единицы I(14)

*Примечание:* в приведенной иллюстративной базе данных вся атрибутивная информация (такая, как название, вариант названия, количество домохозяйств, численность населения и т. д.) хранится в отдельных таблицах данных, связанных с таблицей географических атрибутов через идентификатор административной единицы.

---

### Допустимые сочетания 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)

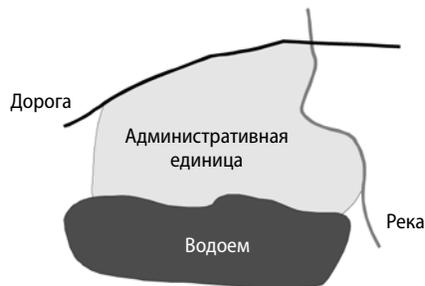
*Примечание:* дороги и реки представлены линиями (L) и могут частично совпадать с границами административных единиц, представленных полигонами (P). Подобно этому административная граница может совпадать с береговой линией водоема, например озера, представленного полигоном. (O, N) задает количество элементов 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  $1 \text{ км}^2$ , и площадным объектом, если она превосходит  $1 \text{ км}^2$ .

*Примечание:* административные единицы должны совпадать с границами счетных участков. Административные единицы должны покрывать всю территорию страны. Иными 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

A4.1. Ниже в качестве примера приводится шаблонный словарь данных для распространения географической базы данных переписи по населенным пунктам гипотетической страны Попландия. Термин «словарь данных» иногда используется вместо термина «метаданные», хотя на практике эти два понятия отличаются. Словари данных предшествуют метаданным, и обычно термин «словарь данных» обозначает ту информацию, которая распространяется с данными, распространением которых занимается то или иное агентство. Стандарты ISO по метаданным содержат соответствующие руководящие положения. Каждая страна может использовать «профилирование» для адаптации единых метаданных для собственных национальных потребностей. Данный пример приводится исключительно для иллюстрации. В реальных случаях национальные бюро 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 год), Национальная перепись населения и жилого фонда Попландии, 1995 год.
Содержание базы данных	База данных включает слой географических данных 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 Arc Shapefile.  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 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 2005 года.
Административные и отчетные единицы	База данных содержит информацию о 1291 населенном пункте в 9 областях и 123 районах.
Требования к программному обеспечению и оборудованию	Базу данных можно просматривать с помощью любого пакета ГИС или картографического пакета для персонального компьютера, в котором предусмотрен импорт файлов формата ArcView или файлов формата обмена данными MapInfo. Минимальная конфигурация системы зависит от программ, используемых для доступа к данным. Обычно достаточно IBM-совместимого персонального компьютера с процессором не медленнее 486 МГц и не менее 8 Мб оперативной памяти. Базу данных можно просматривать с CD-ROM-диска или установить на жесткий диск компьютера. Требуемое пространство на жестком диске составляет 16 Мб.

Название базы данных	Цифровая географическая база данных переписи в населенных пунктах Попландии.
Формат распространяемой базы данных	База данных распространяется в несжатом виде на CD-ROM-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 $\pm 100$ м в сельской местности и $\pm 30$ м в городах.
Разделенные отчетные единицы	Некоторые населенные пункты состоят более чем из одного полигона. В таблицу атрибутов включено поле (FLAG), которому присваивается значение 1 для главного полигона (и единственного в случае населенного пункта, состоящего из одного полигона) и 0 для остальных полигонов. Для того чтобы избежать двойного счета при агрегировании результатов переписи, агрегирование следует проводить только после того, как выбраны полигоны, 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.
Справочная документация	<p>Национальное бюро статистики (2005 год). <i>Технический отчет о деятельности по картированию переписи для Национальной переписи населения и жилого фонда Попландии, 2005 год, Отделение переписи, Секция картографии.</i></p> <p>Национальное бюро статистики (2005 год). <i>Методологический и административный отчет для национальной переписи населения и жилого фонда Попландии, 2005 год, Отделение переписи.</i></p> <p>Национальное бюро статистики (1996 год). <i>Результаты национальной переписи населения и жилого фонда Попландии, 2005 год, Отделение переписи, Секция картографии.</i></p>
Контактная информация	<p>Национальное бюро статистики, Отделение переписи, Секция картографии, Отдел обслуживания пользователей а/я 9999 Тарота, провинция Самбас Тел.: 99-99-99999 Факс: 99-99-99998 E-mail: geog@census.gov.xx Веб-сайт: 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 Arc View
Тип объектов:	Полигоны
Связанные файлы:	<p>LOC.DBF      Таблица атрибутов полигонов (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 Arc View</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: двухзначный код области + трехзначный код района+ трехзначный 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 полигон главным для населенного пункта. Для населенных пунктов, состоящих из двух или более полигонов, 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 ГИС-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

### A. Введение

A5.1. В данном приложении дается краткий обзор ряда аспектов проектирования тематических карт. Тем не менее этот обзор не способен охватить все вопросы, связанные с информационным содержанием карт; при необходимости необходимо свериться с соответствующим учебным пособием. 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 или природные (реки, горы, береговые линии), или 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 участков, поскольку несут информацию об объектах, которые счетчики, проводящие перепись, могут использовать для ориентирования в отведенной для них области.

A5.2. 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 населения согласно родному языку или религии. В отличие от них количественные тематические карты, иногда называемые статистическими, дают определенную информацию об относительных размерах отображаемых объектов. Примером может служить карта, на которой символы, изображающие города в некоей стране, имеют размеры, пропорциональные размеру соответствующего города. Другим примером является карта, в которой отчетные участки, например районы, закрашены в соответствии с плотностью населения. Большинство карт, входящих в атлас переписи, принадлежат именно к этому типу.

### B. Принципы проектирования карты

A5.3. 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. Хотя 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.

A5.4. Изготовление демонстрационных карт — это процесс создания изображения, при помощи которого картограф сообщает читателю определенную идею или понятие (Monmonier, 1993). Этот процесс аналогичен другим формам передачи качественной или количественной информации в графической форме с использованием диаграмм, рисунков и других визуальных средств. Поэтому в картографии можно применять те же принципы конструирования, которые используются при графическом дизайне.

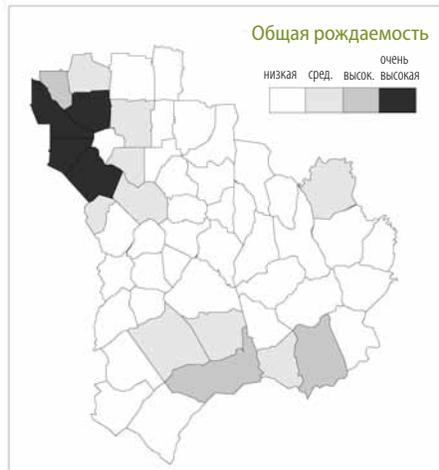
A5.5. Наиболее важным принципом такого проектирования являются простота и наглядность. Многие карты оказываются слишком перегруженными из-за того, что картограф пытался передать слишком много информации на довольно маленьком пространстве. В таких случаях полезно следовать принципу максимизации отношения информации к количеству чернил, сформулированному Туфте (Tufte, 1983). Применительно к картографии это означает, что основная 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 вставок и тонких разделительных линий, а часто, хотя и не всегда, стрелки, указывающие на север, и масштабные линейки. Подобно большинству принципов, из этого принципа, разумеется, есть исключения. При этом некоторые элементы карты, например легенда, краткое название и ссылки на источники информации явно необходимы для понимания карты.

A5.6. Простота предполагает также, что место не тратится впустую. В условиях широкого распространения лазерных принтеров с высоким разрешением нет необходимости печатать карты очень большого формата, чтобы показать все детали. Чем лучше продумана карта, тем меньше формат, в котором ее можно напечатать. Экономное использование места требует отказа от слишком крупных шрифтов, символов легенд или врезок.

A5.7. Важной концепцией является и создание визуальной иерархии. Это относится как к элементам в самой карте, так и к расстановке всех ее элементов. Выбор цвета или символов, используемых в 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 A5.1 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 их светлыми тонами. Так же выделялась бы относительно светлая область, окруженная темными зонами. Ниже выбор цвета обсуждается более подробно.

A5.9. Те же принципы применимы к общей композиции карты. Наиболее важным компонентом карты являются собственно картографическая информация, название и легенда, поясняющая значение символов. Эти элементы должны быть главными на странице карты. Любой другой элемент следует выносить на карту с определенной осторожностью.

Рисунок А5.1

**Формирование визуальной иерархии за счет выбора цвета или оттенков серого**

А5.10. Вопрос использования цветов в статистических тематических картах имеет множество аспектов (см. также пункт А5.4, выше). Картографам должно быть известно о необходимости достижения компромисса между визуальной яркой картинкой и дополнительными расходами на красители и другие расходные материалы. Одной из проблем, которую следует принимать во внимание, является дальтонизм. В картах следует избегать применения красного и зеленого цветов для отображения величин различных показателей, поскольку дальтоники не могут их различать. В более общем плане должна существовать возможность воспроизведения цветной карты на черно-белом принтере без потери ее содержательной части. Это означает соблюдение яркости оттенков и наличие возможности, при необходимости, их замены различными узорами заливки. Наконец, картографы должны 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 позитивные или негативные ассоциации. В дизайне карты следует избегать любых символов, связанных со стереотипами, затрагивающими какие-либо подгруппы населения. Прежде всего картографы должны осознавать необходимость осмотрительного использования цветовой гаммы и не создавать ненужных цветовых эффектов.

## 1. Элементы тематической карты

А5.11. Тематическая карта состоит из нескольких элементов. 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 некоего переменного показателя в разных частях страны, возможность ориентироваться. Вторым важнейшим элементом является тематическая нагрузка карты, представляющая географическое распределение данного переменного показателя.

А5.12. В дополнение к собственно картографической информации карты типографского качества содержат дополнительные элементы. Такими элементами, в частности, могут быть:

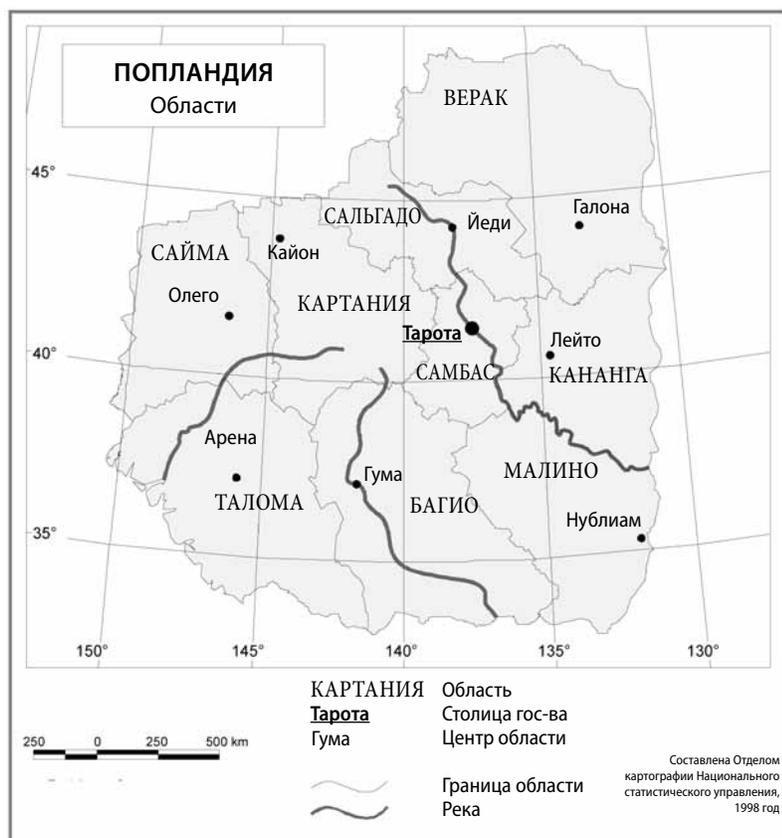
- Заголовки и подзаголовки должны быть краткими и высокоинформативными.
- Источник информации, список авторов и дата выпуска информируют пользователя о достоверности и надежности информации. Необходимо также указывать информацию об авторских правах. Некоторые агентства, регулярно выпускающие карты, указывают также ссылки и номера версий, которые служат для внутреннего пользования. 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 переменных величин преобразуются в символы карты, например какие цвета используются для обозначения данного интервала значений плотности населения. Важным условием является включение в легенду единиц измерения, например «количество 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 масштабной 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, так как количественный масштаб, относящийся к исходной карте, становится неправильным.
- **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 тонких разделительных линий и вставок перегружает карту. Поэтому дополнительные границы следует вносить, только если элементы карты недостаточны отделены друг от друга.
- **Географические названия и пометки** обеспечивают идентификацию географических объектов или счетных областей.
- **Сетка координат** — это 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** аналогичны 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 с более высокой детализацией ее столицу или какой-либо район.
- **Текст и аннотации** дают вводную информацию или пояснения, которые должны быть лаконичными и точными.
- **Дополнительные графические элементы** могут быть представлены гистограммой, показывающей статистическое распределение переменного показателя или логотип организации, выпустившей карту.

A5.13. На рисунках A5.2 и A5.3 приведены два примера, содержащие многие из перечисленных элементов тематических карт. На рисунке A5.2 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, административные центры 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 на карте, и назван 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,

Рисунок A5.2

**Пример карты административных единиц и основных городских населенных пунктов**



и направление меридианов ясно показывает, что север расположен в верхней части карты. Во-вторых, что менее очевидно, в картографической проекции, выбранной для данной карты, меридианы сходятся к северу. Это означает, что направление на север на разных долготах карты будет намного различаться.

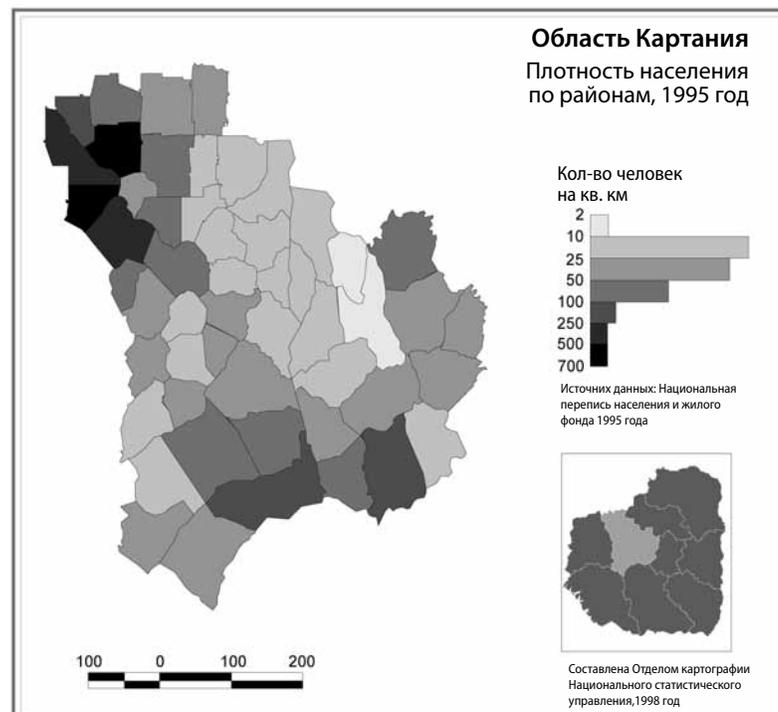
А5.14. На тематической карте на рисунке А5.3 показана плотность населения в одной из областей Попландии. Карта такого типа может прилагаться к таблицам, содержащим характеристики населения области, опубликованные в отчете о переписи. Карта такого типа может включать графики и другие графические изображения. Дизайн карты достаточно прост. В названии карты обозначена 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 легенды, то есть связывает значения показателя 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.

## 2. Уровни измерения и графические переменные

### а) Пространственные измерения

Рисунок А5.3

#### Пример тематической карты плотности населения



А5.15. Тематические карты не просто отображают положение объекта, они также предоставляют определенную информацию об этом объекте — значение некой переменной величины в каждой географической точке. Таким образом, тематическая карта состоит из географических элементов и некоторых атрибутов, связанных с этими элементами. Это означает, что при создании тематической карты необходимо учитывать пространственные размеры географических объектов, а также уровень измерений каждой переменной. Оба этих фактора определяют картографические средства, которые могут использоваться при построении карты, для того чтобы сделать ее наглядной, легко интерпретируемой и точной.

А5.16. Географические объекты в географических базах данных представлены простейшими геометрическими элементами: точками, линиями и областями. Другие категории, хотя и реже используемые в картографии, вводят трех- и четырехмерные характеристики: объем и пространство–время. Какая 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 некой площади на крупномасштабной карте, но будут представлены точкой на картах более мелкого масштаба, соответствующих уровню области или страны (см. рисунок А5.4). Дорога может изображаться линией на карте области и двойной линией, то есть площадным объектом, на карте города.

А5.17. Важно иметь в виду, что границы и площадные объекты не всегда так четко ограничены, как они изображены в дискретном представлении карты или в географической базе данных. 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 местностью. Если лес обозначается площадным объектом (а не совокупностью точек, изображающих отдельные деревья), неизбежна потеря части информации (см. рисунок А5.5).

А5.18. Одним из примеров нечетко определенных границ в социально-экономической сфере является распределение этнических или языковых групп. Несмотря на то что области распространения таких групп могут быть весьма определенными, на окраинах таких областей возможно существование зон, в которых проживают представители обеих этнических или языковых групп. Иногда для обозначения таких нечетких границ картографы используют пунтир, однако это не снимает проблему проведения такой границы на карте.

Рисунок А5.4

#### Влияние генерализации на представление пространственных объектов

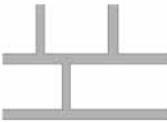
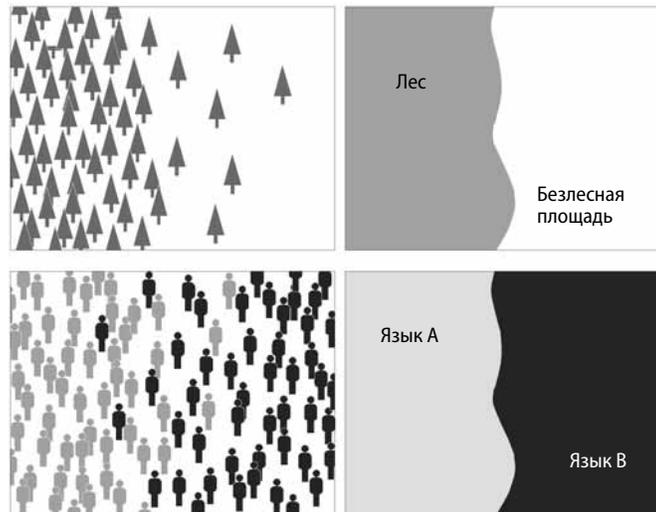
	Город	Дороги
Мелкомасштабная карта		
Крупномасштабная карта		

Рисунок А5.5

**Сложность объектов реального мира иногда требует упрощения для представления в ГИС**



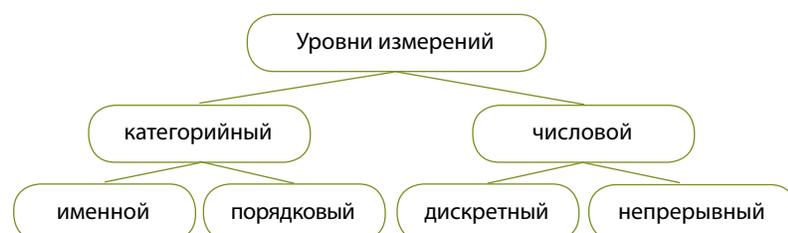
### б) Уровни измерений

А5.19. Столь же важный вопрос состоит в том, как измеряется величина, которую необходимо отразить на карте. Здесь важно различать категориальную и числовую информацию (см. рисунок А5.6). В свою очередь, категориальные данные можно подразделить на именные и порядковые. Именные или качественные данные просто указывают на тип объекта, однако во 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 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.

А5.20. Если разницу между категориями можно выразить количественно, мы имеем числовые данные. Дискретные данные — это результат подсчета, например количество 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

Рисунок А5.6

**Измерение переменных**



населения, доля населения, имеющего доступ к безопасной питьевой воде, или общий уровень рождаемости.

### с) Графические переменные

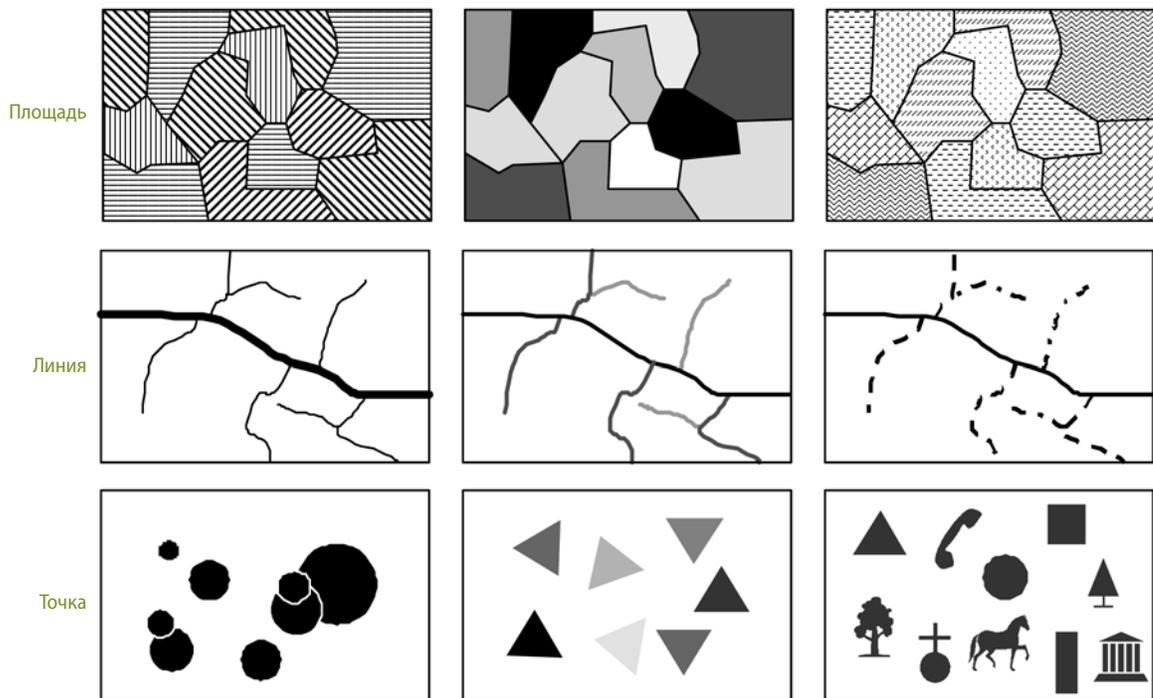
A5.21. На тематических картах графические символы указывают пользователю на разницу между значениями или категориями географических объектов. Принципы применения символов, используемые в картографии, близки к принципам, разработанным Бертином для графического дизайна (Bertin, 1983; см. также MacEachren, 1995). Бертин 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 персональных компьютеров содержат большое число наглядных символов. В картографии наиболее известны символы, обозначающие 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.

A5.22. 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 A5.7. При построении тематической карты графические переменные выбирают так, чтобы они соответствовали типу измерений, характеризующих включаемый в карту признак. Например, размер и цвет наиболее важны для представления числовых характеристик. Форма символов для точечных объектов или текстуры для площадных объектов позволяют отображать различные именные значения.

Рисунок А5.7

## Графические характеристики полигонов, линий и точек



## 3. Типы тематических карт

## а) Картирование дискретных объектов

А5.23. 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 «хороплета» образован из греческих слов *chores* (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.

А5.24. Пример хороплетной карты уже был показан на рисунке А5.3. Построение хороплетной карты начинается с разделения всего диапазона значений данных для отчетных 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.

A5.25. 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.

A5.26. 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.

A5.27. 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 отображаемой на карте переменной. Например, каждая точка может представлять 1000 человек или домохозяйств. Значение переменной при этом представляется меняющейся плотностью точек в пределах отчетного участка. На рисунке A5.8 представлен пример точечной карты, отражающей распределение населения.

Рисунок A5.8

**Карта на основе плотности точек**



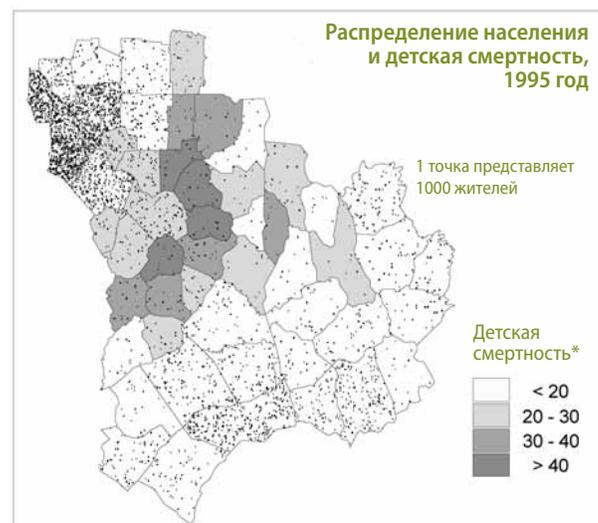
A5.28. Возможны два подхода к размещению точек. Картограф может выбирать положение каждой точки, исходя из сведений об истинном распределении населения в каждом районе. Например, внутри и вокруг городских территорий будет размещено больше точек, чем в менее населенных сельских районах. В некоторых приложениях плотность точек на 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.

A5.29. 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 включаемой в карту переменной, однако наиболее легко читаемые карты получаются при использовании простых точек.

A5.30. Существует ряд специализированных программ, которые позволяют размещать точки с использованием данных из других слоев. Ручное размещение точек с учетом известных сведений о распределении переменной, является весьма трудоемкой задачей.

A5.31. Точечные карты представляют собой весьма эффективный способ отображения данных о плотности, при условии что размещение точек соответствует истинному географическому распределению включаемой в карту 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 в своей основе монохромные (черно-белые). Карты на основе плотности точек можно использовать в сочетании с хороплетными картами для отображения двух переменных одновременно, например карта на рисунке A5.9 указывает на отсутствие связи между высокой плотностью населения и высокой детской смертностью. В этом случае плотность точек не должна быть слишком

Рисунок A5.9

**Сочетание точечной и хороплетной карт**

\* Число детей, умерших до достижения одного года на 1000 живорождений

высокой, для того чтобы были видны цвета или оттенки находящихся под точками районов.

### b) Именные точечные данные

A5.32. 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 символьных картах положение точки точно отражает положение объекта. Используемые размер, цвет или тип значка могут соответствовать различным типам объектов, например позволяют отличать центры охраны здоровья от больниц, как показано на рисунке A5.10. Для изображения точечных объектов разных типов можно использовать простые геометрические фигуры, например кружки, квадраты или треугольники. В качестве альтернативного варианта ГИС и настольные картографические пакеты дают пользователю возможность выбрать символ, соответствующий типу включаемого в карту объекта. Например, карта на рисунке A5.10 показывает распределение двух типов медицинских объектов, отмеченных легко интерпретируемыми символами. Используемые символы обычно представляют собой знаки текстовых шрифтов или растровые данные. Оптимальной практикой, однако, является при любой возможности использование стандартного набора символов для снижения необходимости специализированных средств воспроизведения.

### c) Пропорциональные значки для точечных объектов

A5.33. Значки позволяют выносить на карту количественные характеристики для отдельных точечных объектов. Например, на одном из распространенных видов карт переписи положение и размер крупных городов обозначается с помощью кругов или квадратов, размеры которых пропорциональны отображаемой количественной характеристике. Такие карты называют картами с пропорциональными или масштабированными значками. Карты

Рисунок A5.10

#### Картирование дискретных точечных объектов



с масштабированными значками позволяют отобразить абсолютную величину переменной, однако они менее удобны для отображения относительных величин, таких как плотность или отношение.

А5.34. Существуют два вида карт с масштабированными значками. В первом случае данные увязываются с точечным объектом, например городом или домохозяйством. В этом случае положение значка на карте соответствует положению объекта (см. рисунок А5.11А). Во втором случае значки отображают свойства площадных объектов, например районов. В таком случае в пределах каждой отображаемой области необходимо выбрать подходящее место для размещения значка (см. рисунок А5.11В). Следует отметить, 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.

А5.35. Как отмечено выше, компьютерные картографические программные пакеты позволяют выбирать значки, отражающие тематику 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 А5.12, 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.

А5.36. 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 следует еще раз предостеречь картографов от чрезмерной перегруженности карты данными. Если отображаемых областей очень много или их размеры очень малы, может быть предпочтительней показать эти два признака на разных картах.

А5.37. Кроме кругов, в качестве геометрических значков часто используют квадраты и треугольники. Изменяя ориентацию треугольников, мы мо-

Рисунок А5.11

#### Пропорциональные значки для точечных и площадных объектов

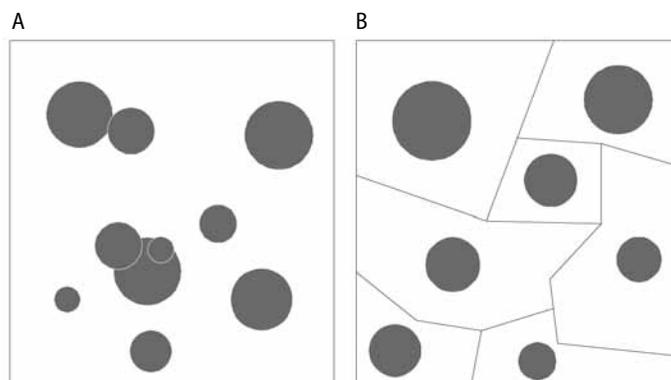
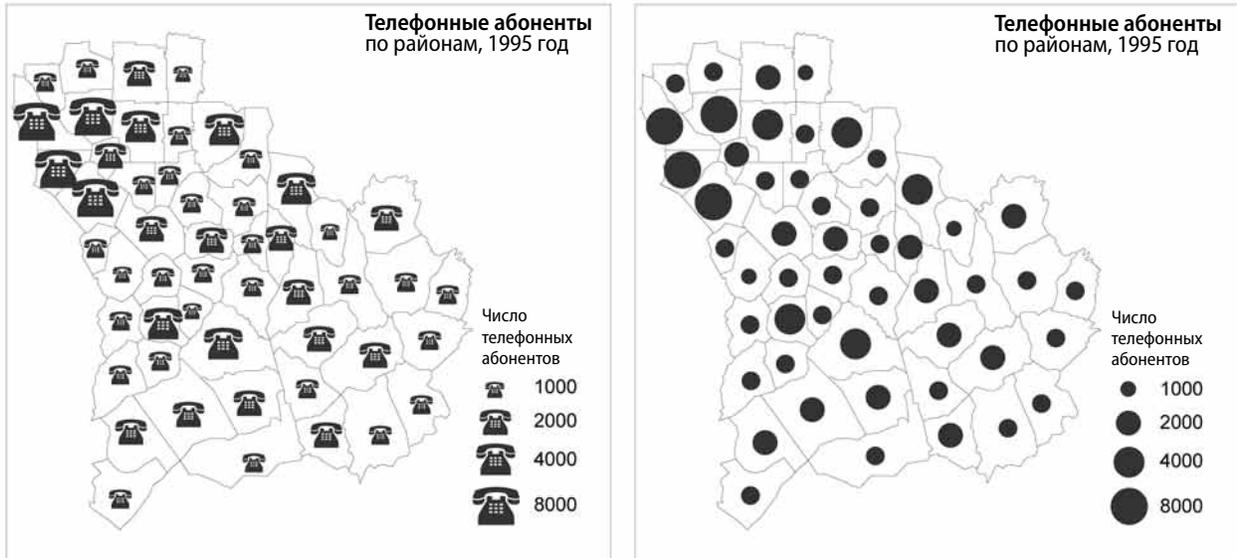


Рисунок А5.12

**Сравнение пиктограмм с простыми графическими знаками**



жем указывать величину переменной, имеющей знак или связанной с одним из двух направлений, например число мигрантов, въезжающих и выезжающих из данной отображаемой области (см. рисунок А5.13). Использование цвета или оттенков серого еще более облегчает интерпретацию карты.

А5.38. К картам с масштабированными символами близки карты, в которых различия между значениями выражаются количеством одинаковых

Рисунок А5.13

**Использование простых графических значков для отображения интенсивности и направления потоков**

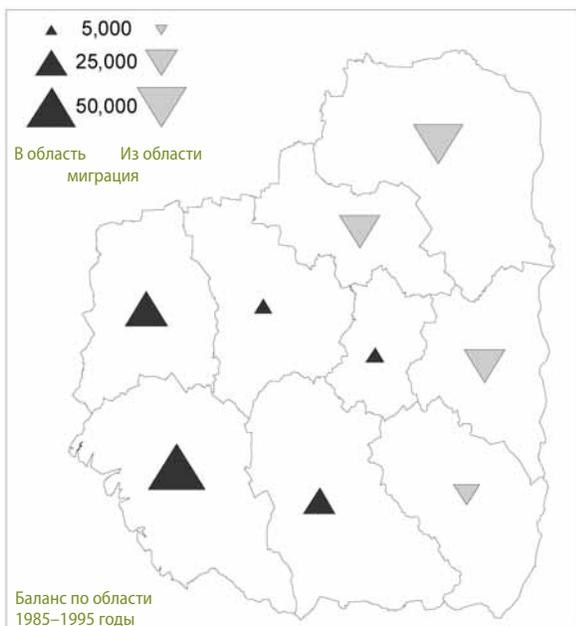


Рисунок А5.14

**Изображение значений признака с помощью различного числа одинаковых значков**

символов, изображенных в каждой географической единице. Например, общую численность населения можно представить так, как это сделано на рисунке А5.14. Этот тип карт достаточно распространен в тематической картографии. Однако, как и в случае с символическими значками, такие карты легко могут оказаться перегруженными и будут интерпретироваться с большим трудом. Величину различных признаков лучше передавать пропорциональными значками.

**d) Картодиаграммы**

А5.39. Карты, отображающие статистическую информацию в виде графиков или диаграмм, помещенных в географические области, приобрели большую популярность благодаря наличию соответствующих функций в программных 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.

А5.40. В наиболее популярных картодиаграммах используются круговые и разные виды столбчатых диаграмм. Диаграммы часто масштабированы так, что размер каждой круговой диаграммы, например, отражает величину знаменателя. На рисунке А5.15 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 круговой диаграммы.

А5.41. 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 не-

Рисунок А5.15

**Картограмма с круговыми диаграммами**

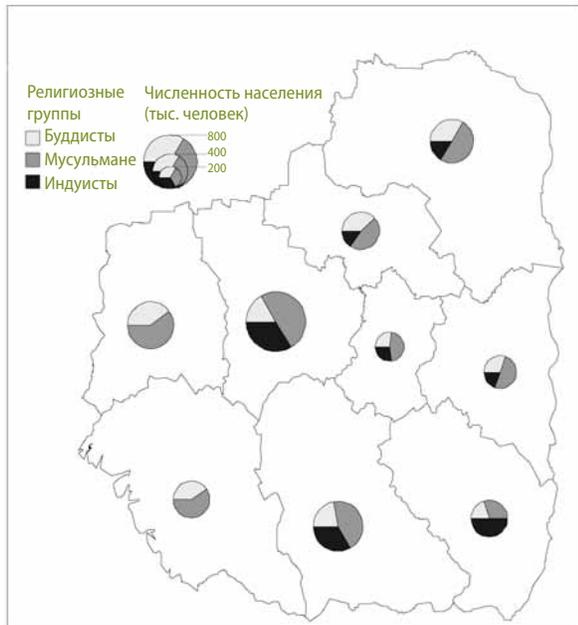
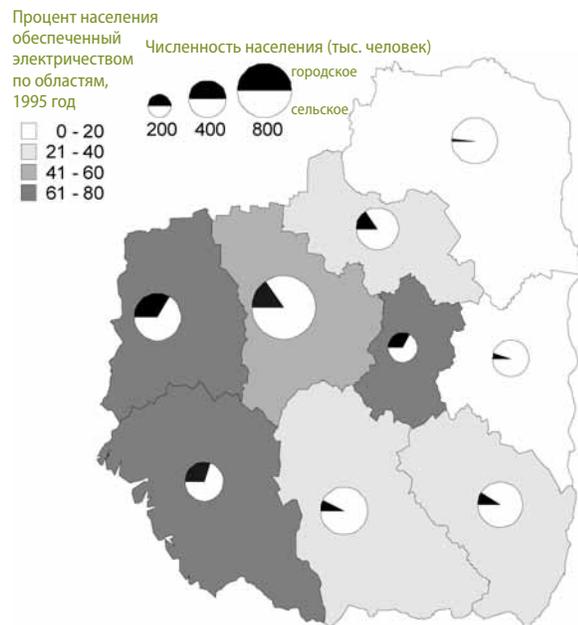


Рисунок А5.16

**Хороплетная карта с круговыми диаграммами**



скольких переменных (см. рисунок А5.16): пространственного распределения различных уровней обеспеченности электричеством, общей численности населения в каждой области и соотношения численности сельского и городского населения. Как мы видим, на этой карте есть указание на то, что в областях с высокой долей городского населения обеспеченность электричеством выше. Хорошо продуманная карта, не перегруженная значками, цветами и оттен-

ками, 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 информационное сообщение, не окажется перегруженной слишком большим количеством символов и категорий.

A5.42. Еще одной задачей, решаемой с помощью картограмм, является отражение динамики во времени. Карта на рисунке A5.17 показывает среднее процентное изменение численности населения в каждой области в промежутках между последними тремя переписями. Столбчатые диаграммы очень просты и не требуют рамок 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, — относительные изменения во времени, а не точные значения, которые лучше отображаются в таблице.

A5.43. К диаграммам, особенно полезным для представления данных переписи, относятся демографические пирамиды. В сочетании с базовой картой отчетных единиц их можно использовать для отражения различий в половозрастном распределении населения по регионам страны (см. рисунок A5.18). Демографические пирамиды представляют собой весьма сложный вид диаграмм. Это подразумевает, что 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 уровне административно-территориального деления. Практическая трудность их применения состоит в том, что коммерческие пакеты ГИС и настольные картографические системы не позволяют автоматически строить пирамидальные диаграммы. 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 A5.17

**Карта, отражающая изменения во времени с использованием гистограмм**

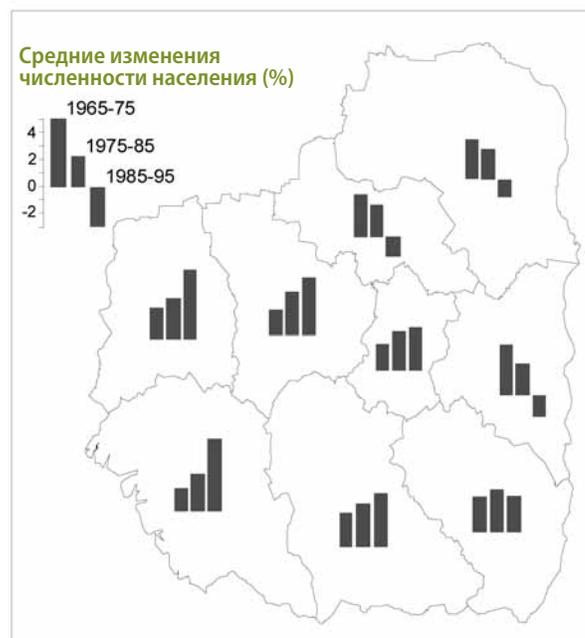
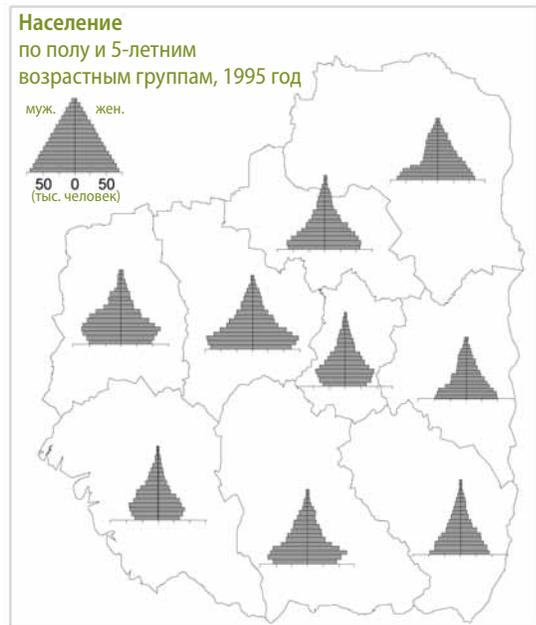


Рисунок А5.18

**Комбинация карты с пирамидами населения**

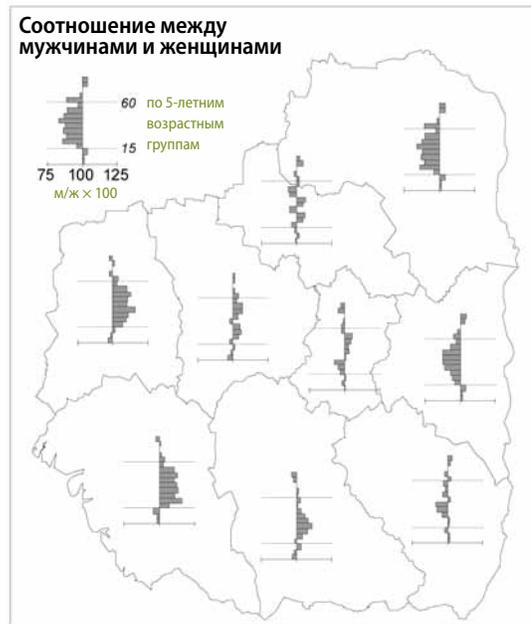
А5.44. Демографические пирамиды, построенные для нескольких регионов, имеют смысл, если они варьируют по своей пирамидальной форме. Если распределение по возрасту или полу практически одинаково во всей стране, результирующая карта не даст никакого материала для анализа. Из данных рисунка А.5.18 видно, 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.

А5.45. Соотношение между мужчинами и женщинами можно показать с использованием другого типа столбчатых диаграмм, показанных на рисунке А5.19. Эти диаграммы показывают избыток или недостаток мужчин и женщин в каждой области. Тенденции, заметные на карте с демографическими пирамидами, на этой карте выражены гораздо более четко. Однако эта карта довольно сложна и не очень привлекательна на вид. Ниже представлен еще один вариант изображения соотношения между мужчинами и женщинами.

**е) Карты потоков**

А5.46. Миграция — это демографическая переменная, отражающая 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 миграции. Объем иммиграции или эмиграции можно отразить на карте с использованием масштабированных символов (см. рисунок А5.13, выше). Кроме того, при наличии полной информации о миграции можно использовать карты потоков, иногда называемые картами линий потоков. Эти карты по-

Рисунок А5.19

**Представление на карте соотношения между мужчинами и женщинами**

звolyют отразить несколько аспектов миграции: пути и направления потоков миграции (внутри–наружу) показаны стрелками, а величина потоков — изменением толщины этих стрелок.

А5.47. Сложность карт миграции может очень быстро нарастать. Даже на нашей типовой карте, содержащей только девять отчетных единиц, возможны 72 различных потока, не считая международную и внутриобластную миграцию. Поэтому полные карты потоков, отражающие все пути миграции в пределах страны или региона, составляются редко. Существует несколько альтернативных вариантов. Один из них — игнорировать наименьшие миграционные потоки, вынося на карту лишь наибольшие и самые важные. Другая возможность состоит в том, чтобы составлять отдельные карты для каждой области, показывая на них только потоки эмиграции или иммиграции для данной области (см. рисунок А5.20). Для наших типовых областей это будет означать создание девяти пар карт. Однако даже такие простейшие карты могут оказаться перегруженными. Часто картографам приходится соединять далеко удаленные друг от друга области змееподобными стрелками, извивающимися вокруг карты.

А5.48. 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 действительной величины потоков, представленных стрелками разной длины. Если главная цель состоит в указании абсолютных уровней миграции из каждого региона, удобнее применить другие способы. Например, вместо стрелок можно воспользоваться масштабированными значками, отображающими величину входящих или исходящих миграционных потоков (см. рисунок А5.20).

Рисунок А5.20

**Другие способы представления потоков между регионами**

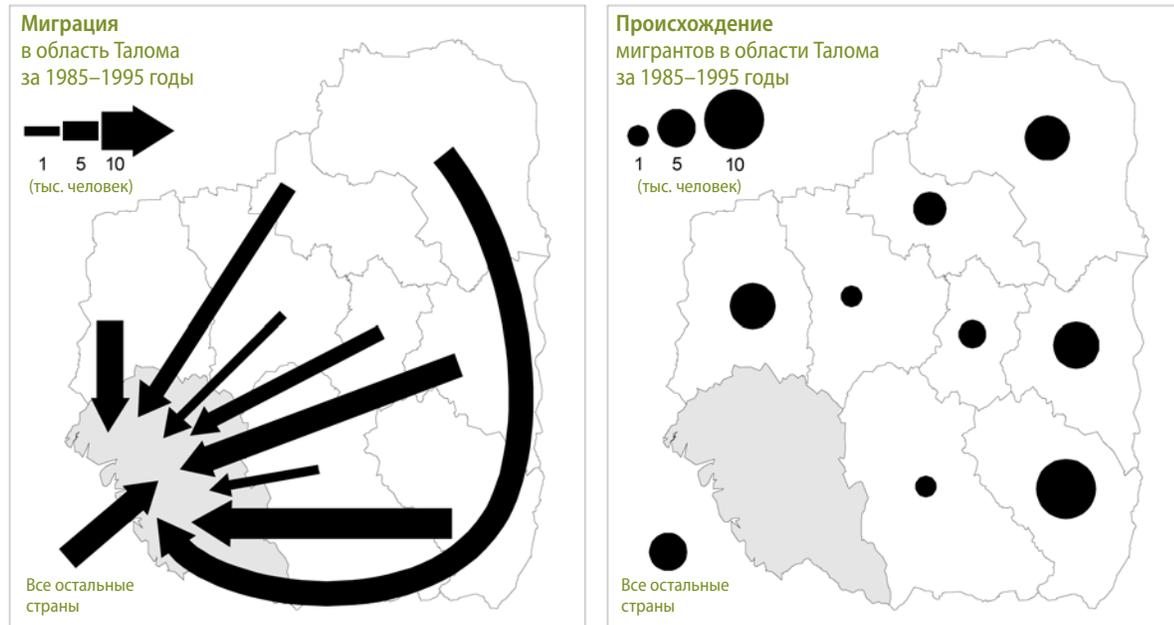
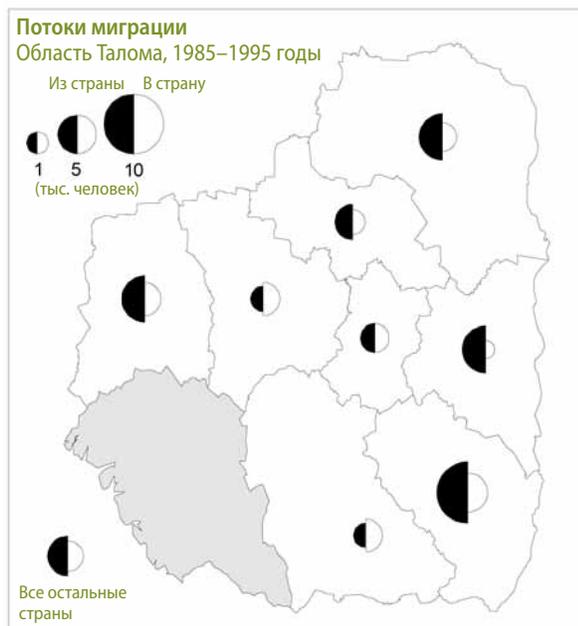


Рисунок А5.21

**Представление потоков миграции в страну и из страны**



А5.49. Использование специальных масштабированных значков позволяет показать как иммиграцию, так и эмиграцию для данной области. На рисунке А5.21 полукруги различного цвета или оттенка серого использованы для раздельного обозначения этих двух видов миграции.

### f) Картирование непрерывных явлений

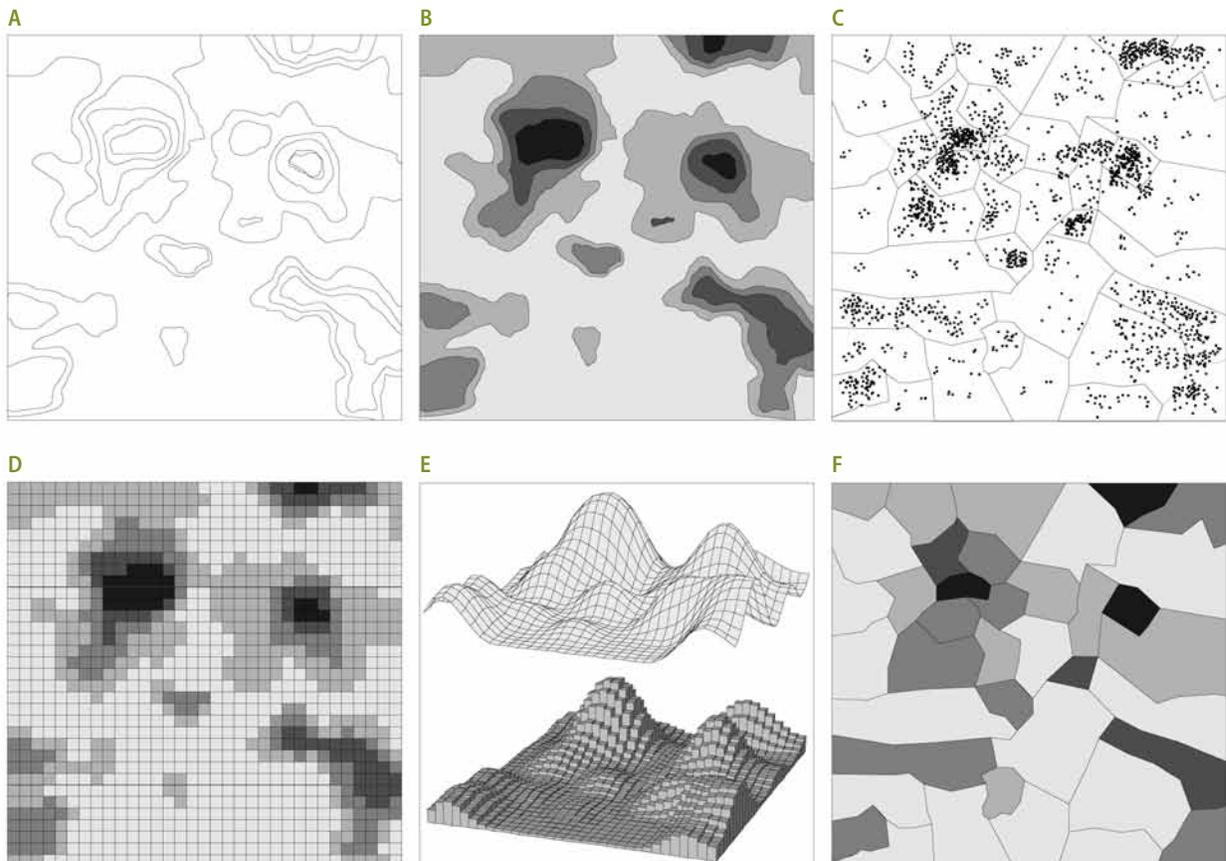
A5.50. Указанные выше виды карт используются для отображения данных, связанных с дискретными географическими объектами, например точечными или площадными. Однако существуют и непрерывные географические характеристики. Примеры таких характеристик — температура и высота над уровнем моря, которые плавно 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 единицы. 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 переменные величины.

A5.51. 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 классификации данных для отображения их на карте. Некоторые возможные варианты показаны на рисунке A5.22.

A5.52. Наиболее распространенным способом отображения непрерывных данных являются изолинии или обычные растровые решетки. Изолинии (от греческого «изо», означающего равный) — это линии равных значений,

Рисунок A5.22

#### Различные методы представления непрерывных данных на карте



которые также называют контурными линиями (горизонталями) (рисунок А5.22А). На топографических картах они используются для отображения абсолютной отметки. На картах изолиний также можно использовать раскраску, что делает их похожими на хороплетные карты (рисунок А5.22В). Цвета отражают значения в пределах интервала между значениями изолиний. Точечные карты также могут использоваться для более постоянного отображения распределения населения или другой аналогичной переменной. Как указано выше, большинство пакетов ГИС при построении точечных карт используют случайное размещение точек в пределах каждой отчетной единицы. 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 типе земельного покрова или о расположении деревень, можно получить более непрерывное отображение распределения переменной (рисунок А5.22С).

А5.53. При моделировании и анализе с использованием ГИС данные обычно хранятся в виде обычной растровой решетки (рисунок А5.22D). Размеры ячеек решетки подбираю 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 меняющихся признаков с помощью поверхности. На рисунке А5.22Е показаны модель проволочной сетки и двумерная 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 бывает 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 А5.22F представлена хороплетная карта, где отображаемые области не определяются распределением данных.

## С. Классификация данных

А5.54. Выше были рассмотрены 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 на карте тех или иных признаков. В некоторых случаях наблюдается взаимно-однозначное соответствие между типами значков и переменных. Такая ситуация возникает, например, когда небольшое число именных категорий отображается на карте значками одинакового размера, но разной формы. Однако даже в случае категориальных 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 практически всегда должна разбиваться на категории до привязки к размерам символов или цветам.

A5.55. 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 с тем, 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 значений. Несмотря на улучшение графических пользовательских интерфейсов (ГПИ), значения, выбранные по умолчанию, могут оказаться неудачными для отображаемой переменной, и чаще они оказываются именно неудачными. На практике автоматизированные средства классификации часто приводят к созданию небезупречной, а иногда и дезориентирующей карты. В связи с этим ниже мы более подробно рассмотрим некоторые варианты классификации.

A5.56. 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 правильно отражать оттенки цвета и небольшие различия в текстуре заливки. 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 дисперсию в рамках набора данных.

A5.57. 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.

A5.58. Таким образом, для создания карты типографского качества необходимо оценивать данные с использованием статистических графиков. К сожалению, некоторые ГИС и настольные картографические пакеты предоставляют ограниченные возможности для построения графиков. Однако этот недостаток компенсируется возможностью экспортировать данные в электронную таблицу или статистический пакет, содержащие большое количество различных функций для графического анализа.

A5.59. 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.

A5.60. Ниже приводятся примеры общих методов классификации для трех переменных с различными статистическими 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.

A5.61. Третий пример связан с общим коэффициентом рождаемости (ОКР). На графике «ранг–значение» виден довольно крутой 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.

A5.62. Приведенные ниже примеры призваны продемонстрировать, что вид карты существенно зависит от выбора метода классификации, который может соответствовать или не соответствовать распределению признака. Это подтверждает, что методы автоматической классификации, включенные в пакеты ГИС, следует применять с известной осторожностью.

## 1. Классификация последовательных данных

A5.63. Один из простейших методов классификации состоит в разделении области значений данных на равные интервалы (рисунок A5.23). Картограф сначала определяет, какое количество классов будет использоваться. После этого интервал значений — максимальное минус минимальное — делится на количество классов для получения шага разделения. К первому классу относятся значения от минимального до минимального плюс шаг, а последующие классы получают увеличением границ предыдущего на один шаг. Если в легенде границы приводятся с небольшим количеством знаков, может потребоваться округление.

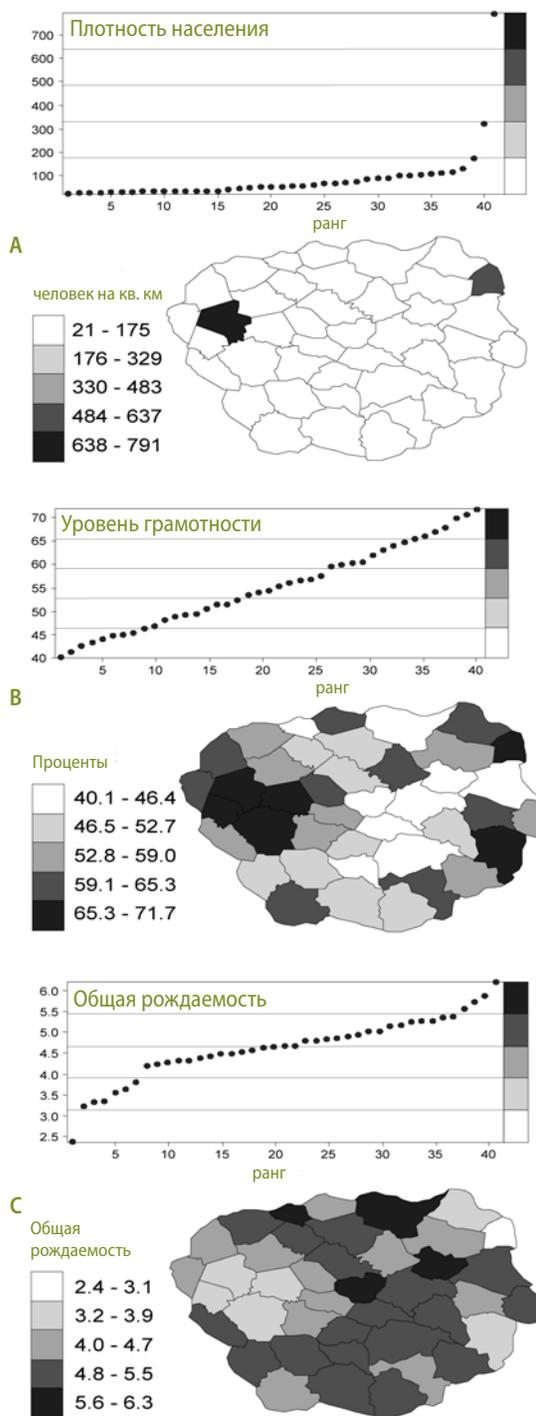
A5.64. В случае плотности населения наименьшее число равно 21, а наибольшее — 791. Таким образом, длина интервала изменений равна 770. Если мы хотим ввести пять интервалов, шаг разделения будет равен  $770/5 = 154$ . Итак, первый класс лежит между 21 и 175, второй — между 176 и 329 и т. д.

A5.65. 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.

A5.66. 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.

A5.67. Наконец, карта коэффициента рождаемости демонстрирует приблизительно те же проблемы, что и карта плотности населения, хотя и в меньшем

Рисунок А5.23  
Равные интервалы



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.

A5.68. 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.

## 2. Статистическая классификация

A5.69. 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.

A5.70. 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.

A5.71. Метод картирования по квантилям (рисунок A5.24) реализован во многих настольных картографических системах, поэтому он приобрел большую популярность при составлении карт.

A5.72. Все три приведенных примера выглядят вполне приемлемыми. Наблюдения по определению хорошо распределены между классами, поэтому все карты удачно используют весь диапазон оттенков серого.

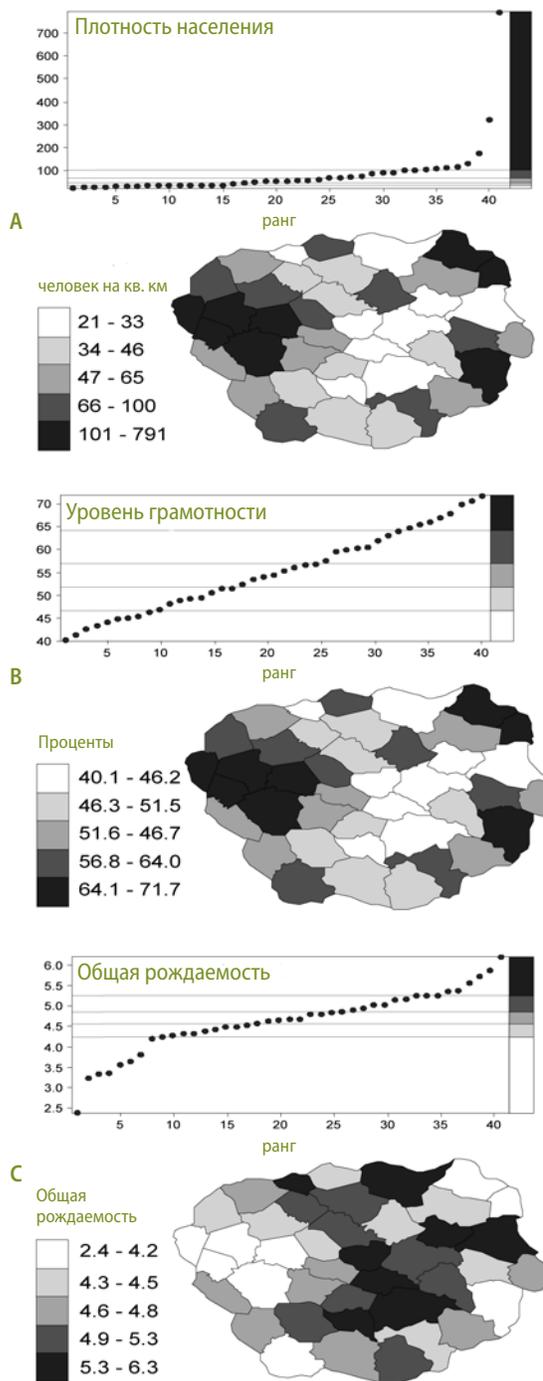
A5.73. При взгляде на распределение данных классификация для уровня грамотности выглядит вполне приемлемой. В действительности эта карта лишь незначительно отличается от карты с использованием метода равных интервалов.

A5.74. Однако в случае карт плотности населения и коэффициента рождаемости можно видеть, что метод может помещать близкие значения переменной в разные классы. Например, в случае коэффициента рождаемости два наблюдения, имеющие наибольшие значения в нижнем классе (2,4–4,2), гораздо ближе к наблюдениям второго класса, чем первого. Хуже 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).

A5.75. 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. Несмотря на то что полученные карты выглядят вполне приемлемыми, впечатление может быть обманчивым.

A5.76. Еще один метод статистической классификации основан на итоговом измерении 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

Рисунок А5.24  
**Картирование по квантилям (интервалам равных вероятностей)**



квадрату отклонения значений переменной от ее глобального среднего. Например, для уровня грамотности стандартное отклонение равно 8,9.

A5.77. Следовательно, категории карт, основанные на стандартном отклонении, показывают, как отдельные наблюдения, например для районов, соотносятся со средним значением для всей области или страны (рисунок A5.25).

A5.78. Категории 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.

A5.79. Для уровня грамотности первый класс (40,1–46,2) соответствует значениям, которые меньше среднего на величину от одного до двух стандартных отклонений. Поскольку распределение данных достаточно компактно, все значения лежат в пределах  $\pm$  два стандартных отклонения от среднего, и требуется только четыре категории. Как видно из рисунка A5.25B, эта процедура делит значения уровня грамотности на классы, содержащие приблизительно равное количество наблюдений, что дает карту с хорошим визуальным контрастом.

A5.80. 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.

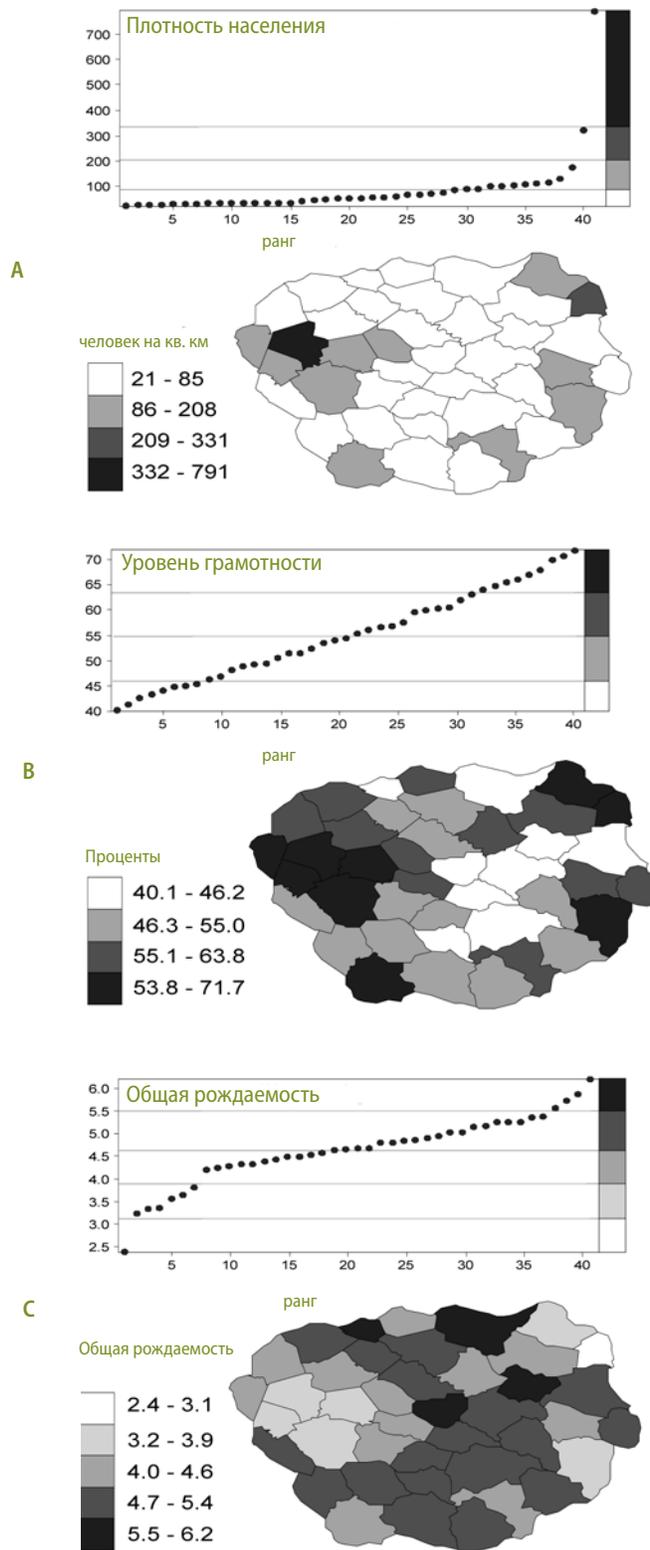
A5.81. В случае коэффициента рождаемости стандартное отклонение работает немного лучше. Здесь среднее равно 4,6, а стандартное отклонение равно 0,8. Однако в самую нижнюю категорию (удаленную более чем на два стандартных отклонения от среднего) попадает только одно очень маленькое число 2,4.

A5.82. Метод классификации с использованием стандартного отклонения интуитивно привлекателен из-за его 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 категорий.

A5.83. Стандартные отклонения можно использовать для отражения разного рода трендов во множестве данных (см. рисунок A5.26; см. также Dent, 1999). В примерах, приведенных на рисунке A5.25, используется шкала оттенков серого — от светлого до темного. Карта может подчеркивать изменение плотности населения, уровня грамотности или коэффициента рождаемости от низких значений к высоким в соответствии с делением на классы, как показано на рисунке A5.26A. Следует отметить, что это наиболее редкий вариант использования классификации с применением стандартного отклонения.

A5.84. Чаще этот метод используется для того, чтобы подчеркнуть тенденции, связанные с отклонениями. Например, при оценке уровней дохода может возникнуть потребность в выделении самых бедных и самых богатых

Рисунок А5.25  
Стандартное отклонение



районов. В этом случае можно использовать яркие цвета или интенсивные текстуры заливки для значений, отклоняющихся от среднего более чем на одно или два стандартных отклонения, а для значений в центре распределения использовать приглушенные тона (см. рисунок А5.26В).

А5.85. 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 желательно различать значения выше или ниже среднего, то должны различаться цвета или текстуры заливки 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.

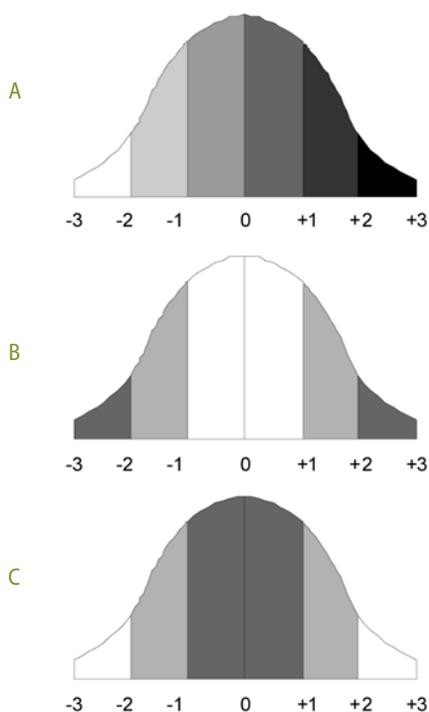
А5.86. В некоторых случаях может возникнуть необходимость в выделении средних интервалов (рисунок А5.26С). Например, Макэхрен (McEachren, 1994) рассмотрел карту Северной Ирландии (Соединенное Королевство), опубликованную издательством Fothergill and Vincent (1985), на которой показано распределение процентного соотношения протестантов и католиков. На этой карте значения, близкие к 50 процентам, означающие приблизительное равенство численности протестантов и католиков, выделены ярким цветом (желтым). Территории, в которых явно преобладают или католики, или протестанты, окрашены в более приглушенные тона (зеленый и оранжевый соответственно).

### 3. Естественные разрывы

А5.87. Как отмечено выше, для переменных, которые распределены недостаточно равномерно, применение большинства описанных методов не дает

Рисунок А5.26

**Назначение цвета классам, определяемым с использованием величин стандартного отклонения**



Стандартное отклонение от среднего значения

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 каждой категории и максимизируя различия между группами.

A5.88. Эта задача может быть решена с помощью визуального анализа распределения данных и последующего выбора разрывов между классами. Примеры использования такого подхода приведены на рисунке A5.27. Для коэффициента рождаемости выбор границ очевиден, поскольку он диктуется несколькими точками разрыва в распределении.

A5.89. Для двух других признаков задача несколько сложнее. Для плотности населения прямое применение этого метода может отнести все низкие значения к одной категории, а высокие значения распределить по нескольким отдельным классам. В этом случае необходимо принять меры для сохранения тонких вариаций в нижней части диапазона.

A5.90. Аналогичным образом, для равномерно распределенного уровня грамотности естественные границы между классами не являются очевидными, так как разница значений между соседними наблюдениями везде приблизительно одинакова.

A5.91. Однако, поскольку классификация по естественным разрывам основана на непосредственном анализе распределения данных, этот метод обычно приводит к точному картографическому отображению данных с хорошим визуальным контрастом.

A5.92. 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.

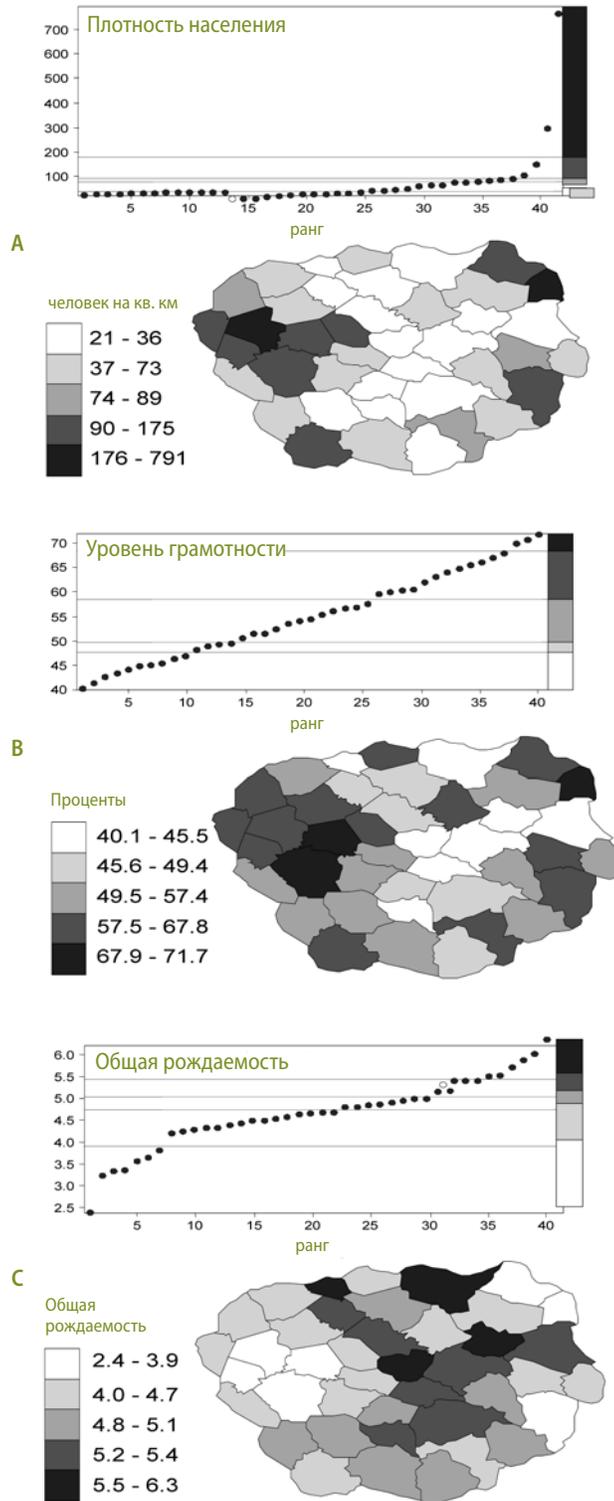
#### 4. Хороплетные карты без интервалов классов

A5.93. Так называемые неклассифицированные хороплетные карты не требуют от картографа выбора какого-либо метода классификации. Благодаря возросшим техническим возможностям мониторы и принтеры могут воспроизводить большое количество различных цветных тонов или оттенков серого. На неклассифицированной карте или карте с  $n$  классами значение переменной может непосредственно определять, например, процентный уровень серого. Например, для процентной переменной мы можем выбрать соответствующий уровень серого на шкале от 0 процентов серого (белый) до 100 процентов 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.

A5.94. 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:

Рисунок А5.27

Естественные точки разрыв



используя самый светлый цвет для наименьшего значения и самый темный цвет для наибольшего, мы получим легко воспринимаемую пользователем карту.

A5.95. 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 презентаций.

## 5. Заданная классификация данных

A5.96. В некоторых случаях правила классификации задаются извне. Например, при подготовке карты уровней бедности по районам картограф использует заданный пороговый уровень среднего дохода — так называемый уровень бедности, при этом районы со средним доходом ниже данного 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 коэффициентов рождаемости по областям, можно было сопоставить, они должны иметь одинаковую классификацию.

## 6. Общие замечания

A5.97. В приведенном выше обзоре рассмотрено большое количество 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 вводить свою собственную классификацию.

A5.98. У каждого метода есть свои сильные и слабые стороны. Эти особенности сравниваются в таблице A5.1. Выбор конкретного метода зависит от распределения данных и назначения карты. Обычно рекомендуется начинать с оценки распределения данных с помощью статистических графиков типа ранговых, рассмотренных выше. Такие функции включены в некоторые программные пакеты ГИС. Иногда этого бывает достаточно, чтобы оптимальное число категорий и наилучшие точки разрыва стали очевидными.

A5.99. 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 карты с разбивкой по квартилям, например, позволят выделить 25 процентов районов с наибольшим уровнем грамотности по данным последней и предпоследней переписей.

## D. Выбор цвета

A5.100. Все примеры карт, приведенные в настоящем *Руководстве*, используют для раскраски символов разнообразные оттенки серого цвета.

Таблица A5.1

## Сравнение разных методов классификации

Метод классификации	Достоинства	Недостатки
<b>Равные интервалы</b>	Легко реализуется. Дает хорошие результаты для равномерно распределенных данных.	Нет связи между классификацией и распределением данных. Поскольку границы классов фиксированы, близкие значения могут быть отнесены к различным классам, а различающиеся значения — к одному классу. Неприменим для данных с асимметричным распределением или данных с выбросами.
<b>Геометрическая прогрессия</b>	Легко реализуется. Дает хорошие результаты для данных с сильно асимметричным распределением (например, если очень много малых значений и мало очень больших).	Подходящую геометрическую прогрессию приходится выбирать пользователю. Поскольку границы классов фиксированы, близкие значения могут быть отнесены к различным классам, а различающиеся значения — к одному классу.
<b>Квантили (равные частоты)</b>	Обеспечивает хороший визуальный контраст. Дает хорошие результаты для достаточно равномерно распределенных данных.	Близкие или равные значения могут в результате оказаться в разных категориях.
<b>Стандартное отклонение</b>	Удобно для демонстрации тенденции, проявляющейся с удалением от среднего. Связывает отдельные классы с глобальным средним. Дает хорошие результаты для нормально распределенных данных.	При использовании с асимметричными распределениями или наборами данных, содержащими выбросы (небольшое число очень маленьких или очень больших значений), получается большое число категорий (то есть несколько стандартных отклонений вверх или вниз от среднего).
<b>Естественные разрывы</b>	Близкие значения попадут в одну категорию. Число категорий часто определяется количеством точек разрыва.	Может дать классы, значительно различающиеся по интервалу. Требует субъективной оценки (визуального анализа). Не обеспечивает хронологического сопоставления серий карт.
<b>Неклассифицированные хороплетные карты</b>	Не требуется определения точек разрыва по категориям. Оттенок серого или тон цвета определяются непосредственно значением переменной. Подчеркивает непрерывность распределения переменной во множестве данных.	Большинство устройств вывода поддерживают лишь ограниченное число различных оттенков серого или цветных тонов. Карты с тонкими различиями в оттенках серого или тонах цветов плохо воспроизводятся (например, на фотокопиях). Сложно реализуется в большинстве ГИС и картографических пакетов.

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, значительно большее количество карт будет представлено в Интернете или опубликовано в электронном виде. В этих приложениях также возможно широкое применение цвета в дизайне карты, хотя цветовую гамму все же следует применять с осмотрительностью.

A5.101. Знание того, как компьютер интерпретирует цвета, полезно при необходимости выбора цветовой схемы для хороплетной карты. В компьютере цвета определяются с помощью одной из цветовых моделей. Две наиболее рас-

пространенные 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. 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.

A5.102. RGB — это модель, в которой новые цвета вводятся комбинированием красного, зеленого и синего в разных пропорциях. Модель RGB 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.

A5.103. Выбор цвета определяется уровнями значений переменной, типом карты и информацией, которую картограф хочет передать. Оттенки цвета хорошо различимы, что позволяет широко использовать цвета для обозначения дискретных категорий. Например, оттенки синего цвета кружков можно использовать по контрасту с красными кружками 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 красный и зеленый (наиболее распространенный вид дальтонизма, охватывает около 1 процента мужского населения) или синий и желтый. Некоторые люди не воспринимают зеленую часть спектра. В общем, хорошей практикой считается избегать использования различий между красным и зеленым в композиции карты.

A5.104. Непрерывно изменяющиеся переменные, например численность населения, доход или соотношения 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 тона) легко связать с величиной переменной, при этом более темная заливка 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 категорий данных. Для характеристики плотности населения, приведенной в примере выше, при таком подходе пришлось бы использовать довольно много очень светлых и трудно различимых 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.

A5.105. Если в классификации присутствует много категорий, для их отображения может оказаться недостаточно количества различимых 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.

A5.106. Одним из приложений, в котором различные тона применимы для непрерывного диапазона, является расходящаяся шкала данных. Например, карта баланса миграции по административным единицам содержит категории 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.

A5.107. Последнее замечание относится к картированию нескольких признаков, при котором, например, две переменные комбинируются на одной карте. В качестве примера можно привести карту, отображающую сочетание различных уровней грамотности и коэффициентов рождаемости с использованием легенды, представляющей собой матрицу возможных комбинаций категорий 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 коэффициентах рождаемости переданы яркостью цвета. К сожалению, такие карты достаточно сложно интерпретировать. Читателю приходится постоянно обращаться к легенде, чтобы сопоставить цвета со значениями обеих переменных. Таких карт следует избегать. В пункте A5.6 рассмотрены некоторые альтернативные способы географического изображения многомерной информации.

A5.108. В таблице A5.2 суммированы основные принципы использования цветов и оттенков серого для типов переменных, рассмотренных выше (см. также Brewer, 1994).

Таблица A5.2

**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 узорах заливки 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 категориями. Например, светло-желтый, оранжевый, средне-красный, темно-красный.

Типы переменных		Пример	Черно-белые карты	Цветные карты
Дискретный		Размер домохозяйства (1, 2, 3... человека), но не средний размер домохозяйства!	Аналогична порядковым данным, но допускается меньшая разница между оттенками серого.	Аналогична порядковым данным, но допускается меньшая разница между градациями цвета.
Непрерывный	Последовательный	Уровень грамотности (любое число между 0 и 100 процентами)	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/рисунке заливки. Хороший результат дают сплошная заливка разными оттенками цвета, с одной стороны, и различия в текстуре — с другой.	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

А5.109. Уровень 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 большинства сфер применения. При необходимости легенда, предлагаемая по умолчанию, может быть модифицирована или в модуле формата картографического пакета, или с помощью внешнего графического программного обеспечения.

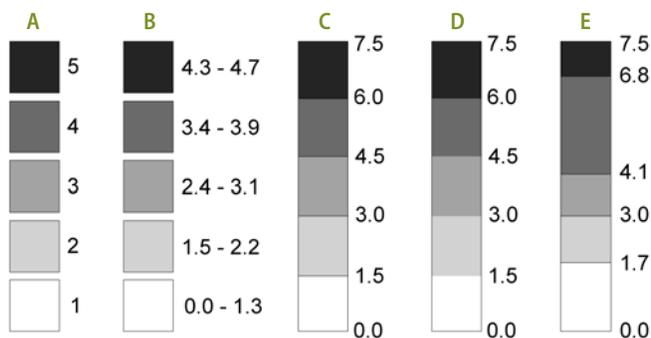
А5.110. На рисунке А5.28 приведены некоторые примеры. Для категориальных данных следует использовать отдельные вставки легенды (см. рисунок А5.28А). Подобно этому, ряды несоприкасающихся классов (то есть между верхним пределом одного класса и нижним пределом следующего имеется пробел) следует отображать именно таким образом (см. рисунок А5.28В). Однако, как правило, использования таких легенд следует избегать. Соприкасающиеся вставки легенды подчеркивают непрерывный характер переменных, таких как соотношения или плотности (см. рисунок А5.28С). Непрерывность переменных подчеркивается еще больше, если отдельные вставки легенды не обведены рамкой (см. рисунок А5.28D). Наконец, легенда для классификации непрерывной переменной на неравномерные классы показана на рисунке А5.28Е.

А5.111. Последние три легенды на рисунках А5.28 С, В и Е показывают скорее границы интервалов, а не 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.

А5.112. Легенду можно совместить со статистическим графиком, суммирующим распределение данной переменной. Для этой цели часто используются

Рисунок A5.28

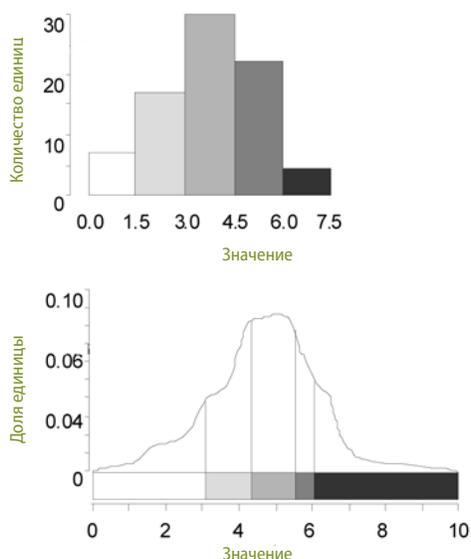
**Различные типы легенд для карт с использованием шкалы серого цвета**



гистограммы, в которых цвета столбцов соответствуют цветам соответствующих интервалов (см. рисунок A5.29A). 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, значения которых попадают в каждую категорию. Некоторые картографические пакеты показывают в легенде количество единиц, попадающих в каждый класс легенды. 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 тексте необходимо четко отметить, какая именно процедура использована.

Рисунок A5.29

**Легенды, показывающие распределение статистических данных**



A5.113. Статистическое программное обеспечение позволяет также рассчитывать графики плотности, отражающие распределение данных более точно, чем гистограмма (см. рисунок A5.29B). Площадь под кривой плотности равна единице, поэтому график позволяет непосредственно оценивать частоту любого конкретного значения. Легенды такого типа использованы, например, в *Атласе смертности Соединенных Штатов* (Atlas of United States Mortality, 1997).

## Ф. Карты, рассказывающие истории

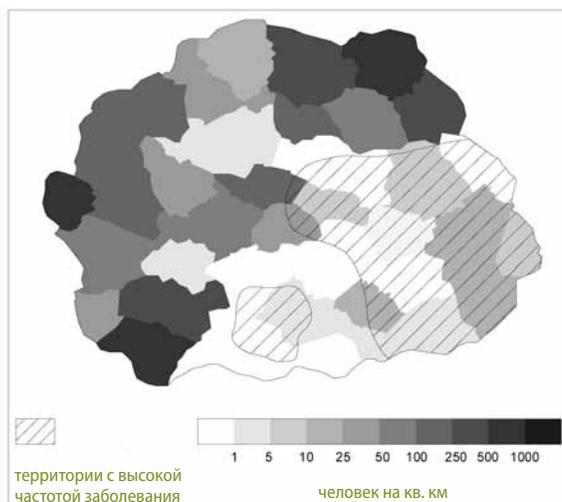
### 1. Карты со многими характеристиками

A5.114. Рассмотренные выше примеры, за небольшим исключением, относились к картам, представляющим единственную характеристику. Это наиболее распространенный тип карт в атласе переписи. Однако для аналитических целей и для демонстрации связей между переменными иногда оказывается необходимым отразить на карте более одной переменной. В разделе, посвященном выбору цвета, мы отмечали, что карты со многими характеристиками, использующие комплексные цветовые схемы для демонстрации двух переменных на одной карте, обычно 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 количество классов или бинарна [например, некоторое свойство присутствует или отсутствует (см. рисунок A5.30)].

A5.115. 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 двумерной таблицы соразмерны значениям

Рисунок A5.30

**Комбинирование сплошной и штриховой заливки для отображения двух характеристик на одной карте**



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 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

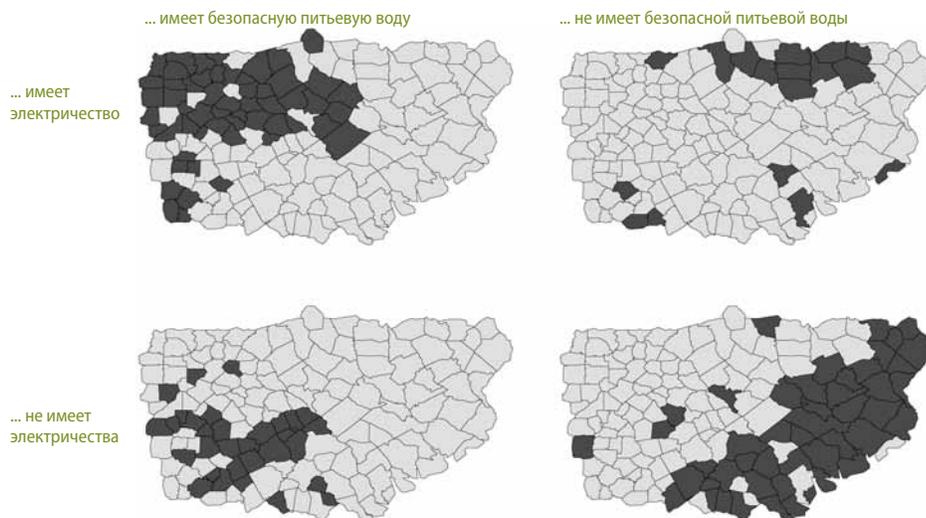
A5.116. В целях географического отображения этой информации можно создать карту с четырьмя классами — по одному для каждой ячейки в перекрестной таблице. Однако эти классы не имеют никакого естественного упорядочения, поэтому пользователю будет трудно воспринять картину, представленную на карте. Более удачным в данном случае будет перевод концепции двумерной таблицы непосредственно на картографический язык. На рисунке A5.31 показан картографический эквивалент двумерной таблицы. На каждой карте показаны районы, соответствующие определенной ячейке двумерной таблицы. Такая карта не требует легенды, поскольку темная закрашка наглядно выделяет районы, представляющие интерес.

A5.117. 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

Рисунок A5.31

**Карта, эквивалентная двумерной таблице**

Большинство населения...



домохозяйств не обеспечены питьевой водой, но обеспечены электричеством. В группе районов на юго-западе наблюдается обратная ситуация.

A5.118. 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

A5.119. Распределение данных по нескольким картам позволяет также эффективно представлять информацию в динамике. На рисунке A5.32 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.

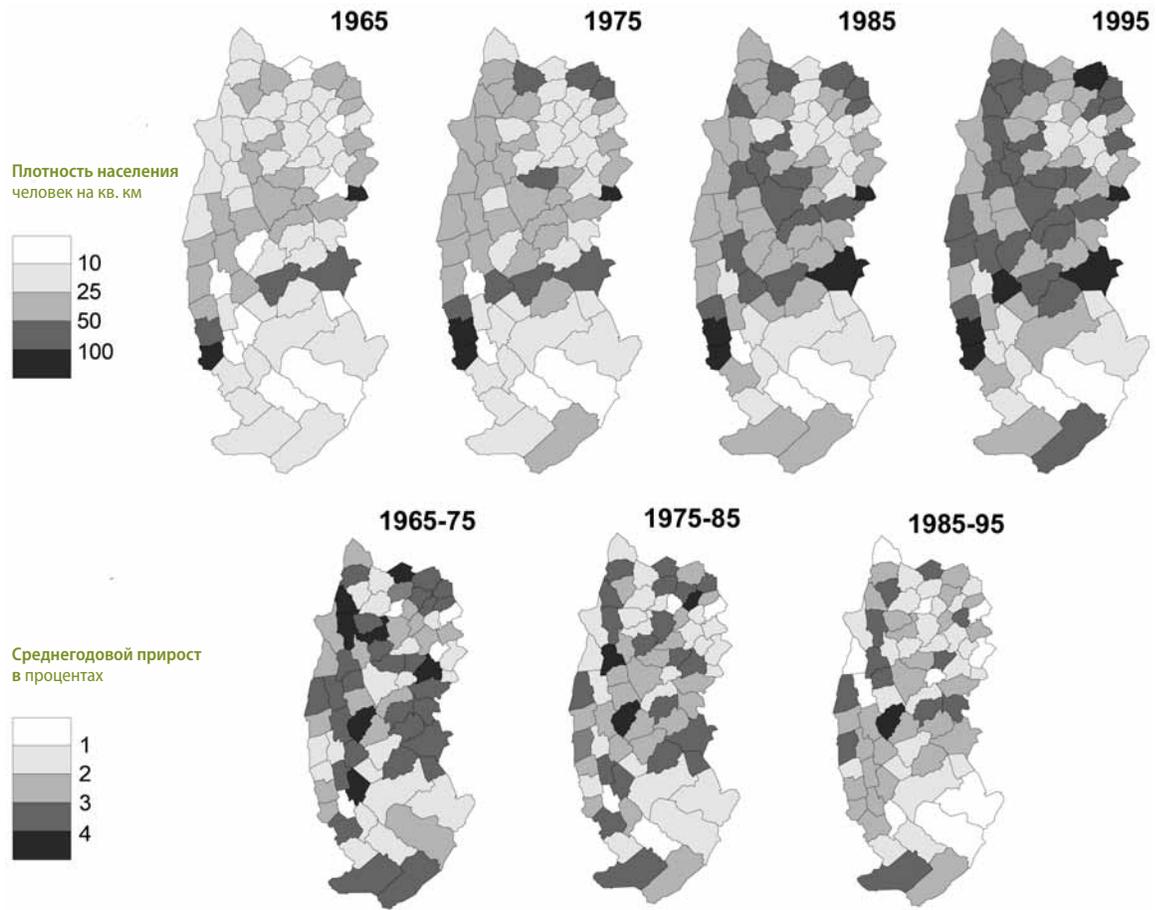
A5.120. Изображения, аналогичные показанному на рисунке A5.32, называют «небольшими сериями» (Bertin, 1983; Tufte, 1983). Один и тот же дизайн карты повторяется для каждого года или каждой подгруппы населения. Одинаковый дизайн всех карт позволяет пользователю легко интерпретировать содержание карт. 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.

A5.121. Еще один пример карты, использующей понятие небольших серий, приведен в издании Организации Объединенных Наций *Географические информационные системы для статистики народонаселения* (United Nations, 1997; см. рисунок 4.8). На рисунке приводятся соотношения по признаку пола 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 разными оттенками красного, а преобладание мужчин передается синим цветом. Черно-белая версия использует сплошную закраску серым цветом для показа преобладания женщин и точечную заливку переменной плотности для показа преобладания мужчин. Очевидно, что 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 труднее для восприятия, чем та же информация, представленная географически. В частности, график для Непала выявил некоторые четкие тенденции, связанные, по-видимому, с миграцией мужчин в некоторых районах в течение жизни.

Рисунок А5.32

Небольшие серии — изображение изменений во времени

Динамика населения 1965–1995 годы





## Приложение VI

# Глоссарий

**Автоматизированное картирование/управление коммунальным хозяйством** — сферы применения ГИС в коммунальном и общественном секторе, сосредоточенные на технических проблемах и обслуживании.

**Административная единица** — географическая область, выполняющая определенные административные или управленческие функции. Как правило, административные единицы определяются и учреждаются правовыми актами.

**Адрес** — номер или другое обозначение, присвоенное единице жилого фонда, 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. Каждому символу присваивается однобайтовый код, то есть число 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 картографического изображения, но не для анализа.

**Атрибут** — характеристика географического объекта. Например, числовое или текстовое поле реляционной базы данных, которое может быть увязано с географическими объектами в ГИС. Атрибутами зоны проведения регистрации в рамках переписи могут быть, например, уникальный идентификатор, площадь в кв. км, 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 идентификаторы, коды объектов и площади. Общие атрибуты обычно хранятся в отдельных таблицах данных, которые могут быть увязаны с таблицами географических атрибутов.

**Аэросъемка** — картографическое обследование с использованием аэрофото-съемки или других методов дистанционного зондирования.

**Аэрофотосъемка** — метод фотосъемки с летательного аппарата, обычно с низколетящего самолета. Иногда употребляют 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 в качестве справочных данных для отображения информации тематической карты.

**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 GPS-приемников. См. также [Дифференциальная глобальная система определения местоположения \(DGPS\)](#).

**Базовые данные** — см. [Опорные данные](#).

**Байт** — группа из восьми двоичных цифр (битов), которая может обрабатываться компьютерными программами. Килобайт приблизительно равен тысяче байт, мегабайт — миллиону байт, а гигабайт — миллиарду байт.

«**Бейдоу**» (**Beidou**) — альтернативная система GPS, предложенная Китаем, которая будет состоять из 35 спутников и обеспечивать точность позиционирования до 10 м.

**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 (BPS)** — 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 полигона). Буферные операции являются одним из главных геопространственных инструментов.

**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 обозначаются точками, линиями и областями, заданными в своей основе 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 создаются на стандартизованном языке (html), который может интерпретироваться веб-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 веб-сервере распределяющей организации.

**«Галилео»** — альтернативная система GPS, которую планируется создать в Европейском союзе. Она будет состоять из 30 спутников и двух наземных станций и будет совместима с американской системой GPS на пользовательском уровне.

**Генерализация** — см. [Картографическая генерализация](#).

**Geo-TIFF** — см. [Теговый формат файлов изображений \(TIFF\)](#).

**Географическая база данных** — логический набор данных, относящийся к определенному положению объектов на земной поверхности.

**Географическая база переписи** — географические единицы сбора и представления информации, используемые организациями, проводящими перепись, при проведении регистрации в рамках переписи и формировании таблиц данных. Такая база включает иерархическую структуру единиц переписи и административно-территориальных единиц с их обозначениями и кодами и отношениями между различными единицами.

**Географическая иерархия** — в контексте картирования данных переписи — система, как правило, объединенных в группы 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 [Географическая база 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 соотношением объектов.

**Географический код** — уникальный буквенно-цифровой идентификатор, присваиваемый юридической, административной, статистической или отчетной единице.

**Географический объект** — определяемый пользователем объект или явление, которые могут быть заложены в географическую базу данных. К соответствующим примерам можно отнести: улицы, земельные участки, колодцы и озера.

**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 единицы могут одновременно быть административными единицами.

**Геодезическая трапеция** — четырехугольная область, ограниченная парами меридианов и параллелей.

**Геодезический контроль** — сеть контрольных или базовых отметок с прецизионно и точно измеренными координатами, которые используются в качестве основы для нового измерения местоположения того или иного объекта. Другое название — реперные точки.

**Геокодирование** — *a)* процесс присваивания географического кода объектам цифровой базы данных; *b)* ГИС-функция, определяющая положение точки в соответствии с ее адресом (названием улицы). См. также [Привязка к адресам](#).

**Геометрия координат (COGO)** — термин, используемый топографами при обработке результатов точных измерений положения в пространстве.

**Геопространственный** — термин, который иногда применяется к информации географического или пространственного характера.

**Геоотнесение** — процесс установления соотношений между координатами на странице карты и на местности. Геоотнесение необходимо после оцифровки, например для преобразования координат на странице, измеренных в единицах оцифровки (например, в сантиметрах или дюймах), в систему координат реальной местности, которая использовалась в исходной карте. См. также [Преобразование данных](#).

**Геостационарный спутник** — спутник Земли, который сохраняет фиксированное положение над некой точкой земной поверхности. Используется также термин «геосинхронная орбита».

**Гидрография** — объекты, относящиеся к поверхностным водоемам (озера, реки, каналы и т. д.).

**Гипсография** — объекты, относящиеся к рельефу или высотным характеристикам на местности.

**Глобальная орбитальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС)** — аналог системы GPS, используемой в Соединенных Штатах. Глобальная система определения местоположения, оператором которой выступает Министерство обороны Российской Федерации. Система в значительной степени сходна с GPS, однако не допускает избирательного доступа. На рынке имеются некоторые приемники, которые используют сигналы обеих систем (GPS и ГЛОНАСС) для повышения точности определения координат.

**Глобальная система определения местоположения (GPS)** — система из 24 орбитальных спутников Земли, которые передают сигналы, предназначенные для определения точного географического положения на земной поверхности. GPS широко применяется в картографических работах на местах, съемках и в навигации. GPS эксплуатируется Министерством обороны Соединенных Штатов. См. также Дифференциальная глобальная система определения местоположения (DGPS), «Бейдоу»(Beidou), «Галилео» и ГЛОНАСС.

**Горизонталь** — линия на карте, соединяющая точки с равной высотной отметкой. См. также Изолиния.

**Государственная единица** — см. Административная единица.

**Градуированные символы** — в тематической картографии — использование символов (например, кругов или квадратов) для изображения величины переменной в точке или в отчетной единице. Размер символа пропорционален значению переменной.

**Граница** — линия, указывающая пределы некоего элемента площади или место, разделяющее два участка. В ГИС граница представляется линейным объектом, который может быть стороной полигона. Граница может быть видна или не видна на местности, то есть она может совпадать с реальными объектами, такими как дороги и реки, или может быть задана только географическими координатами.

**Графопостроитель (плоттер)** — компьютерное периферийное устройство, позволяющее выводить графические файлы подобно принтеру, но обычно в более крупном формате.

**Гринвичский меридиан** — начало отсчета долготы, то есть 0° восточной или западной долготы. Проходит через город Гринвич в пригородах Лондона.

**Декартова система координат** — система прямых линий в двумерном пространстве, пересекающихся под прямым углом. Эта система образует основу для точной пространственной привязки в виде координат  $x$ ,  $y$ .

**Диапазон** — слой многоспектрального изображения, полученного дистанционным зондированием, представляющий собой сигнал в определенной части электромагнитного спектра. См. также Многоспектральное изображение.

**Дискретные географические объекты** — отдельные, естественно различимые объекты, например дома и дороги, в отличие от непрерывных географических явлений.

**Дистанционное зондирование** — процесс сбора информации об объекте на расстоянии, то есть без физического контакта. Обычно под дистанционным зондированием подразумевается получение изображения с использованием датчиков, 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, или в реальном времени, или 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 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 Соединенных Штатов и отмененное в 2000 году. Избирательный доступ может быть восстановлен во время войны.

**Изображение** — отображение части земной поверхности. Обычно изображение получают с использованием оптических или электронных датчиков. Например, отсканированный аэрофотоснимок или данные дистанционного зондирования обычно называют изображениями. Применительно к хранению и обработке данных изображение во многом аналогично растру или сетке.

**Изображение со спутника** — набор цифровых данных, записанный на орбитальном спутнике Земли с помощью установленного на нем 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 цельного 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 файлов, электронная почта, доски объявлений и группы новостей. Интернет составляет основу Всемирной компьютерной сети (www).

**Интерполяция** — процедура оценки значения той или иной переменной величины в некой 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.

**Инфраструктура пространственных данных** — см. [Опорные данные](#).

**Исходные данные** — данные и информация любого типа, использованные при создании карты или базы данных ГИС. Сюда могут входить наблюдения на местах, аэрофотоснимки, наземные фотографии, изображения, 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 в целях юридического оформления и налогообложения. Кадастровые карты показывают географическое положение и размеры земельных участков. Во многих странах современные кадастровые обследования широко используют ГИС для хранения полученных данных. Другое название — «титульная земельная информация».

**Канал** — часть электронной схемы приемника GPS, обеспечивающая прием сигнала со спутника. Многоканальные приемники могут принимать и обрабатывать сигналы с нескольких спутников одновременно.

**Карта** — изображение части земной поверхности на некой плоской поверхности (например, на бумаге или экране компьютера).

**Карта потоков** — карта, на которой отображено движение некоторых объектов (например, товаров или людей) по линейным траекториям.

**Картограмма** — карта, построенная масштабированием демонстрируемых участков в соответствии со значением переменной, полученным для каждого участка. Другое название — картодиаграмма.

**Картографическая генерализация** — процесс удаления части реальных объектов посредством снижения уровня детализации карты. Процедура включает отбор, классификацию, упрощение и символизацию.

**Картография** — искусство и наука, относящиеся к созданию двумерного изображения частей земной поверхности. Отображаемые объекты могут быть реальными ([Топографическая карта](#)) или могут представлять собой понятия и более абстрактные характеристики ([Тематическая карта](#)).

**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 квартилей распределения содержит 25 процентов наблюдений с наименьшими значениями.

**Классификация** — распределение по группам 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 помещенные на карту 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 применимости.

**Контрольный сегмент** — глобальная сеть станций мониторинга и контроля GPS, обеспечивающая точность спутниковых сигналов.

**Конформная проекция** — картографическая проекция, точно сохраняющая любой угол в любой точке.

**Координатная сетка** — в картографии — сетка параллелей и меридианов, нанесенная на карту.

**Координатно-цифровой стол** — компьютерное периферийное устройство, позволяющее снимать (оцифровывать) координаты с бумажных карт и других аналогичных картографических материалов. Также называется «устройством оцифровки».

**Координаты** — два или три числа, определяющие положение точки в пространстве двух или трех измерений (например,  $x$ ,  $y$  или  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , где  $z$  означает высоту). Двумерные 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 условных обозначений» для интерпрета-

ции карты, например цвета, использованные для заливки, и соответствующие диапазоны значений для карты плотности населения.

**Линия** — одномерный объект. Тип географических данных, состоящих из последовательности пар координат  $x, y$ ; 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 полигоне** — 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 полигонов (например, вычислить общую длину дорог в данном районе).

**Логическая точность** — термин для обозначения степени 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 сравнительно 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 наблюдения или запроса, которые могут 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 (CGM)** — стандарт на формат файла для передачи изображений или векторных данных.

**Минимальный элемент карты** — обычно размер наименьшего объекта, который включен в карту. При фиксированном масштабе карты это также может быть размер или размеры, при которых маленький объект, имеющий вид полигона, представляется на карте в виде точки или длинный и узкий объект представляется в виде линии. Например, город представляется в виде полигона, 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 определенного 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.

**Множество** — явление реального мира определенного типа. В системах управления базами данных — множество объектов (например, людей или мест), имеющих одинаковые атрибуты (признаки). Определение множества дается при разработке концепции базы данных.

**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 увязка 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–насыщенность) и CMY (голубой–пурпурный–желтый).

**Наборы данных** — логический набор значений или объектов базы данных, относящихся к одному предмету.

**Навигационная карта** — карта, предназначенная в первую очередь 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 датчиком.

**Наземные контрольные данные** — информация, собранная в ходе обследований на местах для проверки или калибровки информации, собранной методами дистанционного зондирования.

**Наложение** — комбинация двух слоев данных, представленных в одной и той же системе географических координат. Наложение может проводиться для целей картографической наглядности или для физического объединения двух слоев с целью создания нового набора данных ГИС (например, наложение полигонов, точка в полигоне, линия в полигоне).

**Наложение полигонов** — ГИС-операция наложения двух слоев с полигональными объектами, при которой образуется новый слой данных. Результирующий слой содержит области, образованные пересечением полигонов исходных слоев. Таблица атрибутов нового слоя содержит атрибуты обоих входных наборов данных. Наложение полигонов — 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 набора данных и соответствующими точно позиционированными реперными или контрольными точками в выходной системе координат.

**Непрерывные географические явления** — географические переменные, изменяющиеся без каких-либо явно различимых пауз и перерывов, например температура или атмосферное давление, в отличие от дискретных географических явлений.

**Нормализация** — концептуальная процедура, используемая при проектировании базы данных для устранения 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 двумерный участок земной поверхности, обозначаемый в ГИС в виде полигона (многоугольника).

**Объект** — географический объект, отображенный на карте или хранящийся в базе данных ГИС. Объекты могут быть природными или антропогенными элементами реального мира (река или населенный пункт) или они могут представлять собой абстрактные или заданные элементы (например, административные границы).

**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 национальных работ в области в ГИС — комплекс географических тематик 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 охватом иногда называют набор векторных данных ГИС, содержащих географические объекты, относящиеся к одной теме, например участки переписи или дороги.

**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, закрепленной на планшете координатно-цифрового стола 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 конкретной позиции, 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** — сокращение 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 конкретные объекты, выбранные для каких-либо особых целей.

**Площадная интерполяция** — пересчет атрибута с одного множества оцениваемых зон на другое несовместимое с первым множеством зон, например оценка численности населения в регионах, выделенных по экологическим критериям, с использованием данных ГИС 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.

**Полигон (многоугольник)** — двумерный 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).

**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. Применительно к ГИС прецизионность обозначения координат определяется типом переменных, используемых для их хранения (обычно двойная точность, то есть 16 байт для каждого числа).

**Привязка к адресам** — процесс привязки общей атрибутивной информации к географическим объектам 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, отображающего положение каждого домохозяйства. Такую процедуру иногда называют **Геокодирование**.

**Примыкание** — два или большее число географических объектов, которые являются соседними или прилегают друг к другу, считаются примыкающими или характеризуются примыканием.

**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 участков 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 лишняя отрезок иногда называют хвостом.

**Пространственное взаимодействие** — взаимозависимость между географическими элементами. 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 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 полигонов или анализ близости. В более широком смысле пространственный анализ включает, например, модели пространственных процессов (в частности, динамику миграции) и пространственную статистику (в том числе 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** — свод согласованных правил, определяющих обработку, передачу и форматирование данных в электронной коммуникационной системе. Протокол аналогичен стандарту данных, но применяется к процедурам.

**Протокол передачи файлов (FTP)** — стандартный набор согласованных правил, относящихся к обмену файлами данных в цифровых системах связи, например в Интернете.

**Протокол управления передачей (TCP)** — один из протоколов, на которых базируется Интернет.

**Равновеликая проекция** — картографическая проекция, при которой отношения площадей областей на карте и на реальной местности равны.

**Равнопромежуточная проекция** — картографическая проекция, сохраняющая масштаб 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 данных растровых ГИС и изображений 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 равным значением.

**Ректификация (очистка)** — процедура, с помощью которой изображение или сетка преобразуются из формата изображения в реальные координаты на местности. Этот процесс обычно предусматривает повороты и масштабирование ячеек сетки и, следовательно, требует проведения повторной выборки или интерполяции величин сетки. Эта процедура аналогична **преобразованию** векторных данных.

**Реперная точка** — точка на карте, аэрофотоснимке или в цифровой базе данных, для которой 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 одной точке или узле.

**Сегмент пользователя** — часть GPS, включающая все типы приемников сигнала GPS.

**Сетевой протокол Интернета (IP)** — наиболее важный набор кодов и соглашений, обеспечивающих передачу цифровых данных через Интернет.

**Сервер** — компьютер, выделенный для выполнения некоторых сервисных функций для других компьютеров (клиентов). Например, веб-сервер представляет собой центральное хранилище данных, программ или содержательной информации для Всемирной компьютерной сети.

**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 почвы). См. также **растр**.

- Символы** — в картографии — условные знаки, которые используются для обозначения объектов на карте. Типы символов включают точки, линии и полигоны определенной формы. Использование обозначений включает 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 изготовления чертежей, в частности для инженерных и архитектурных приложений. Системы САПР используют графическую систему координат и, таким образом, близки к географическим информационным системам.
- Система координат** — система отсчета, которая используется для задания положения объектов на карте или в базе данных ГИС. Картографическая система координат определяется проекцией карты, базовым эллипсоидом, 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)** — программный пакет, предназначенный для управления табличными данными и их обработки. 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 имеют 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 некой 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 полигонами, имеющими одинаковые значения некоего атрибута. Например, полигоны, 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 важнейшим 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 границ** — процедура ручного или автоматического редактирования данных в ГИС для совмещения объектов, оцифрованных со смежных листов карты. Совмещение границ 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 (в бумажном или цифровом формате), воспроизводящий некоторую часть географической основы переписи, например участок сбора данных или статистической отчетности.

**Стандарт передачи пространственных данных (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 предложено и введено много различных национальных и международных стандартов.

**Стандартизация данных** — процесс достижения соглашения по общим определениям данных, форматам, отображению и структурам всех слоев и элементов данных.

**Стандартная параллель** — широта, определяющая начало отсчета по координате  $y$  в картографической проекции.

**Стандарты** — в вычислениях — совокупность правил или спецификаций, установленных соответствующим 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 географическая единица, по которой суммируются, обрабатываются и распространяются результаты переписи. 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 позиции) 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 раstra или изображений, который позволяет сохранять черно-белые, серые 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 Geo-TIFF, позволяющий описывать графические данные дистанционного зондирования, цифровые ортофотоснимки 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 конкретную концепцию, предмет или тему. Тематическая карта может представлять собой 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** — характеристика поля в столбце таблицы 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 переписи Соединенных Штатов 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 полигоны). 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 полигонов в виде замкнутых ломаных линий, 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 избегать 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 единиц точки могут иметь случайное распределение или 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 полигона. К примеру, домохозяйства, родники и здания часто представляются на карте в виде точек.

**Точка в полигоне** — ГИС-операция, при которой точечные объекты сопоставляются с полигональными объектами для определения того, какие точки попадают в какие полигоны. 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 полигонов (например, количество больниц в каждом районе).

**Точность** — степень соответствия измеренной величины или изображения истинному, реальному значению измеряемой величины. Формулирование требований к приемлемому уровню точности и разработка стандартов точности должны проводиться на первых стадиях ГИС-проекта. Понятие «точность» не следует путать с понятием «прецизионность», то есть возможностью различения малых количественных значений при измерениях. Положение некой точки может быть измерено с высокой прецизионностью (например, с пятью значащими десятичными цифрами дроби), но при этом сама точка может быть взята неточно — в нескольких метрах от ее реального положения на местности.

**Точность позиционирования** — термин, относящийся к степени точности, с которой положение реальных объектов на местности отражено на карте или в базе данных ГИС. В отличие от этого логическая точность характеризует только точность воспроизведения соотношений между географическими объектами.

**Трансформирование** — преобразование цифровых пространственных данных из одной системы координат в другую посредством перевода, ротации и масштабирования. Трансформирование используется для преобразования цифровых данных карты из единиц устройства оцифровки (например, сантиметры или дюймы) в единицы измерения на местности,

соответствующие проекции и системе координат исходной карты (например, метры или футы). См. также [Геоосоотнесение](#).

**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 конкретную информацию о каждом объекте (идентификатор, название, 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 функции 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 отображении графических данных на веб-страницах.

**Формат векторного произведения (VPF)** — векторный ГИС-формат, разработанный Национальным управлением картографии и обработки изображений Соединенных Штатов (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 изображений, полученных со спутников.

**Хороплетная карта** — статистическая карта, на которой значения, полученные для отчетных объектов, сначала разбиваются на несколько отдельных классов или категорий по спектру их значений. После этого отчетные единицы помечаются символами (заливкой определенного цвета или рисунка), выбранными 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 ГИС и метаданных.

**Центроид** — математический центр полигона. Для полигона неправильной формы под центроидом можно понимать центр тяжести.

**Цепь** — см. [Линия](#).

**Цифровая модель высотных отметок (DEM)** — цифровое отображение данных о высотных отметках для той или иной части земной поверхности. Обычно представляется в виде растрового набора данных, в котором хранятся значения высотных отметок для ячеек достаточно густой сети, однако возможно отображение высотных отметок в векторной форме. Цифровая модель высотных отметок иногда также называется цифровой топографической моделью (DTM).

**Цифровая модель местности** — см. [Цифровая модель высотных отметок \(DEM\)](#).

**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 позиции.

**Широта** — координата  $u$  в полярной системе координат на сфере. Определяется как угловое расстояние в градусах к северу или югу от экватора. Также обозначается термином «параллель».

**Экватор** — в картографии — базовая параллель, соответствующая широте  $0^\circ$ .

**Экранная оцифровка («с поднятой головой»)** — метод оцифровки, не использующий планшетный координатно-цифровой стол. Вместо этого координаты снимаются при помощи мыши или с отсканированного изображения, представленного на экране в виде фона, или 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 \(СУ\)](#).

**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 рисованная карта.

**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 пересылку и скачивание 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 следующих изданиях: Padmanabhan and others (1992), ASCE (1994), McDonnel and Kemp (1995) и Dent (1998). Приведенные ниже ресурсы доступны в онлайн-режиме:

Canada Centre for Remote Sensing Канадский центр дистанционного зондирования	<a href="http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/">www.ccrs.nrcan.gc.ca/</a>
Geographer's Craft Project (University of Texas) Проект общества географов (Университет штата Техас)	<a href="http://www.colourado.edu/geography/gcraft/contents.html">www.colourado.edu/geography/gcraft/contents.html</a>
GPS World magazine Всемирный журнал GPS	<a href="http://www.gpsworld.com/gpsworld/static/staticH-tml.jsp?id=8000&amp;searchString=glossary">www.gpsworld.com/gpsworld/static/staticH-tml.jsp?id=8000&amp;searchString=glossary</a>
Perry-Castañeda Library, University of Texas Библиотека Перри Кастаньеда, Университет штата Техас	<a href="http://www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/glossary.html">www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/glossary.html</a>
United States Census Bureau Бюро переписи Соединенных Штатов	<a href="http://www.census.gov/dmd/www/glossary.html">www.census.gov/dmd/www/glossary.html</a>
United States Geological Survey Служба геологии, геодезии и картографии Соединенных Штатов	<a href="http://interactive2.usgs.gov/learningweb/explorer/geoglossary.htm">http://interactive2.usgs.gov/learningweb/explorer/geoglossary.htm</a>

## Приложение VII

### Полезные адреса, унифицированный указатель ресурсов

#### Пакеты ГИС

Autodesk Inc.	San Rafael, CA	AutoCAD	<a href="http://www.autodesk.com">www.autodesk.com</a>
Bentley Systems Inc.	Huntsville, AL	MicroStation	<a href="http://www.bentley.com">www.bentley.com</a>
ESRI, Inc.	Redlands, CA	ArcGIS, ArcInfo, ArcView, ArcExplorer, Atlas GIS	<a href="http://www.esri.com">www.esri.com</a>
Intergraph	Huntsville, AL	GeoMedia	<a href="http://www.intergraph.com">www.intergraph.com</a>
MapInfo Corp.	Troy, NY	MapInfo GIS	
Microsoft Corp.	Redmond, WA	MapPoint	<a href="http://www.microsoft.com">www.microsoft.com</a>
Oracle Corp.	Redwood Shores, CA	Oracle Spatial	<a href="http://www.oracle.com">www.oracle.com</a>
UNSD Software Project	New York, NY	PopMap	<a href="http://www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm">www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm</a>
Siemens	Munich, Germany	SICAD Spatial Desktop	<a href="http://www.siemens.com">www.siemens.com</a>
Smallworld Systems Inc.	Englewood, CO		
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, Canada	SPANS and PAMAP	<a href="http://www.pci.on.ca">www.pci.on.ca</a>
ThinkSpace Inc.	London, Ontario, Canada	MFWorks	<a href="http://www.thinkspace.com">www.thinkspace.com</a>
Vision* Solutions	Ottawa, Ontario, Canada	Vision*	

#### Специализированное программное обеспечение

Blue Marble Geographics	Gardiner, ME	Управление координатами и средства разработки ГИС	<a href="http://www.bluemarblegeo.com">www.bluemarblegeo.com</a>
Caliper Corp.	Newton MA	Maptitude, GIS+, TransCAD	<a href="http://www.caliper.com">www.caliper.com</a>
Core Software Technology	Pasadena, CA	TerraSoar (распределенные геопространственные базы данных), ImageNet (рассылка геопространственных данных в онлайн-режиме)	<a href="http://www.coresw.com">www.coresw.com</a>
Quantum GIS		Программное обеспечение с открытым кодом	<a href="http://qgis.org">http://qgis.org</a>

Thuban	Программное обеспечение с открытым кодом	<a href="http://thuban.intevation.org">http://thuban.intevation.org</a>
Open EV	Программное обеспечение с открытым кодом	<a href="http://openev.sourceforge.net">http://openev.sourceforge.net</a>

### Системы обработки изображений дистанционного зондирования

Leica GeoSystems/Erdas	Atlanta, GA	ERDAS Imagine	<a href="http://www.erdas.com">www.erdas.com</a>
Earth Resource Mapping	San Diego, CA	ER Mapper	<a href="http://www.ermapper.com">www.ermapper.com</a>
Clark Labs	Worcester, MA	Idrisi GIS	<a href="http://www.clarklabs.org">www.clarklabs.org</a>
Microlmages Inc.	Lincoln, NE	TNTmips	<a href="http://www.microimages.com">www.microimages.com</a>
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, Canada	EASI/PACE, OrthoEngine	<a href="http://www.pci.on.ca">www.pci.on.ca</a>
Research Systems Inc.	Boulder, CO	Программы визуализации ENVI	<a href="http://www.rsinc.com">www.rsinc.com</a>

### Спутниковые изображения высокого разрешения и цифровая ортофотография

GeoEye	Thornton, CO	Спутники Carterra и Ikonos	<a href="http://www.spaceimaging.com">www.spaceimaging.com</a>
Digital Globe	Longmont, CO	Спутники QuickBird и EarlyBird	<a href="http://www.digitalglobe.com">www.digitalglobe.com</a>
Orbital Imaging Corp.	Dulles, VA	Спутники Orbimage	<a href="http://www.orbimage.com">www.orbimage.com</a>
EROS Data Center	Sioux Falls, SD		
Spot Image		Spot satellites	<a href="http://www.spot.com">www.spot.com</a>
Maps Geosystems	Munich, Germany	Аэросъемка (Африка, Ближний Восток)	<a href="http://www.maps-geosystems.com">www.maps-geosystems.com</a>
EarthSat	Rockville, MD	Спутниковые и картографические услуги	<a href="http://www.earthsat.com">www.earthsat.com</a>

### Глобальные системы определения местоположения

Magellan Corp.	Santa Clara, CA		<a href="http://www.magellangps.com">www.magellangps.com</a>
Ashtech	Santa Clara, CA		<a href="http://www.ashtech.com">www.ashtech.com</a>
NovAtel Inc.	Calgary, Alberta, Canada		<a href="http://www.novatel.ca">www.novatel.ca</a>
Sokkia Corp.	Overland Park, KA		<a href="http://www.sokkia.com">www.sokkia.com</a>
Trimble Navigation Ltd.	Sunnyvale, CA		<a href="http://www.trimble.com">www.trimble.com</a>
Garmin			

### Журналы

GeoWorld, GeoAsia, GeoEurope, GeoInformation Africa, Mapping Awareness, Business Geographics	GeoWorld, Fort Collins, CO	<a href="http://www.geoplance.com">www.geoplance.com</a>
GPS World		<a href="http://www.gpsworld.com">www.gpsworld.com</a>

International Journal of Geographical Information Science	Taylor & Francis, London, United Kingdom	
GeoInfosystems	Advanstar Pub., Eugene, OR	
Journal of the Urban and Regional Information Systems Association	URISA, Park Ridge, IL	<a href="http://www.urisa.org/">www.urisa.org/</a>
ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing		<a href="http://www.itc.nl/isprsjournal">www.itc.nl/isprsjournal</a>

### Разное

National Center for Geographic Information and Analysis (Национальный центр географической информации и анализа)	Santa Barbara, CA	Исследовательский центр ГИС	<a href="http://www.ncgia.ucsb.edu">www.ncgia.ucsb.edu</a>
International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) (Международный институт аэрокосмической съемки и наук о Земле)	Enschede, Netherlands	Учебные курсы ГИС	<a href="http://www.itc.nl/">www.itc.nl/</a>
European Umbrella Organization for Geographic Information (EUROGI) (Европейская широкопрофильная организация по географической информации)	Netherlands		<a href="http://www.eurogi.org">www.eurogi.org</a>
U.S. Federal Geographic Data Committee (Федеральный комитет США по географической информации)	Reston, VA		<a href="http://www.fgdc.gov">www.fgdc.gov</a>
Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia & the Pacific (Постоянный комитет по инфраструктуре ГИС для стран Азии и Тихого океана)			<a href="http://www.permcom.apgis.gov.au/">www.permcom.apgis.gov.au/</a>